ISSN 0365-4508

ARQUIVOS DO MUSEU NACIONAL

Nunquam aliud natura, aliud sapienta dicit
Juvenal, 14, 321
In silvis academi quoerere rerum,
Quamquam Socraticis madet sermonibus
Ladisl. Netto, *ex Hor*

VOL. LX

N.3

RIO DE JANEIRO
Julho/Setembro
2002

ARQUIVOS

DO

MUSEU NACIONAL

VOLUME 60

NÚMERO 3

JULHO/SETEMBRO
2002

RIO DE JANEIRO

Arq. Mus. Nac.	Rio de Janeiro	v.60	n.3	p.105-259	jul./set.2002

ISSN 0365-4508

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Reitor – Carlos Francisco Theodoro M. R. de Lessa

Museu Nacional
Diretor – Sérgio Alex K. Azevedo

Editor Geral – Célia Ricci

Editores de Área – Ciro Alexandre Ávila, Ulisses Caramaschi, Izabel Cristina Alves Dias, Vânia Gonçalves Lourenço Esteves, Vera Maria Medina da Fonseca, Alexander Wilhem Armin Kellner, Marcus Antônio Rezende Maia, Gabriel Luiz Figueira Mejdalani, Miguel Angel Monné Barrios, João Alves de Oliveira, Maria Dulce Barcellos Gaspar de Oliveira, Cátia Antunes de Mello Patiu, Débora de Oliveira Pires e Paulo Secchin Young

Bibliotecária – Vera de Figueiredo Barbosa

Diagramação e arte-final – Célia Ricci, Lia Ribeiro

Indexação – BIOSIS, Zoological Record, Ulrich's International Periodicals Directory, Biological Abstracts, Periodica e C.A.B. International

Tiragem – 1000 exemplares

Impressão – Gráfica da UFRJ

MUSEU NACIONAL – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão; 20940-040
Rio de Janeiro, RJ – Brasil

htpp://acd.ufrj.br/museu
E-mail: mnbib@acd.ufrj.br

Patrocínio:

FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia

Apoio:

FOGO FÁTUO EXPEDIÇÕES
LAND ROVER
FERRINO
WOLLNER OUTDOOR

Arquivos do Museu Nacional – vol. 1 (1876) -
Rio de Janeiro: Museu Nacional.

Trimestral
Até o v.59, periodicidade irregular

ISSN 0365-4508

1. Ciências Naturais – Periódicos. I. Museu Nacional (Brasil).

CDD 500.1

APRESENTAÇÃO

2° SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS

A medida em que a Paleontologia se desenvolve, torna-se crescente a necessidade dos pesquisadores de diferentes ramos se reunirem para discutir avanços em sua área de atuação. Assim, em 1997 um grupo de especialistas idealizou a organização do Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, que teve seu primeiro encontro no ano de 1998, em Porto Alegre (RS). Mantendo vivo esse ideal, o Museu Nacional-Universidade Federal do Rio de Janeiro foi a sede do 2° SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, realizado entre os dias 1° a 3 de agosto de 2000, no Rio de Janeiro (RJ).

Além de palestras e da inauguração das réplicas de *Santanaraptor placidus*, um pequeno dinossauro carnívoro (terópode) procedente da Bacia do Araripe, foram apresentados os resultados das pesquisas sobre vertebrados fósseis desenvolvidas no Brasil e, em menor escala, no exterior. Das 51 contribuições apresentadas nas sessões científicas orais e painel, 30 foram submetidas das quais 24 estão sendo aqui publicadas no volume 60, número 3, dos *ARQUIVOS DO MUSEU NACIONAL* – mais antiga publicação científica do país. Este volume representa uma das poucas obras de artigos completos totalmente dedicadas à pesquisa de vertebrados fósseis (incluindo estudos tafonômicos e de icnofósseis) organizadas no país.

Aos profissionais que dedicaram esforço e tempo à análise dos manuscritos, apresentando sugestões e, dessa forma, enriquecendo este volume: Adauto J. C. Araújo (Fundação Instituto Oswaldo Cruz); Alceu Ranzi (Universidade Federal do Acre); Adilson D. Salles (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Ana M. Ribeiro (Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul); Cástor Cartelle Guerra (Universidade Federal de Minas Gerais); Cesar L. Schultz (Universidade Federal do Rio Grande do Sul); Cibele Schwanke (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); Diogenes de Almeida Campos (Departamento Nacional da Produção Mineral); Edio E. Kischlat (Erechim, RS); Erika H. Zaher (Universidade de São Paulo); Fabio M. Dalla Vecchia (Museo Paleontologico Cittadino, Molfalcone, Italia); Fernando A. Sedor (Universidade Federal do Paraná); Fernando Novas (Museo Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires, Argentina); Francisco J. de Figueiredo (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); Giselle M. Lessa (Universidade Federal de Viçosa); Herculano Alvarenga (Tremembé, SP); John G. Maisey (American Museum of Natural History, New York, USA); Jorge O. Calvo (Universidad Nacional de Comuahue, Neuquén, Argentina); Leandro R. Monteiro (Universidade Estadual do Norte Fluminense); Leonardo Borgui (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Lílian P. Bergqvist (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Manuel Medeiros (Universidade Federal do Maranhão); Marcia C. dos Santos (Fundação Instituto Oswaldo Cruz); Marcia G. da Silva Mello (Universidade Federal do Ceará); Marcos Farina de Souza (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Maria Edith Simon (Museu Municipal Ernesto Bachmann, El Chocón, Neuquén, Argentina); Marise S. S. de Carvalho (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais); Martha Richter (Universidade Federal do Rio de Janeiro); Michael Holz (Universidade Federal

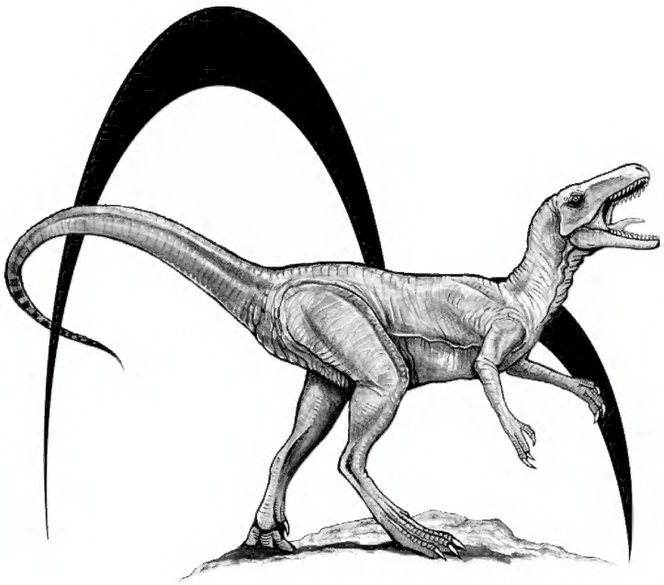
do Rio Grande do Sul); Norma M. da Costa Cruz (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais); Paulo M. Brito (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); Philippe J. Currie (Royal Tyrrell Museum, Drumheller, Canada); Rafael G. Martins Neto (Ribeirão Preto, SP); Reinaldo J. Bertini (Universidade do Estado de São Paulo-Rio Claro); Renata Guimarães Netto (Universidade Vale do Rio dos Sinos); Valéria Gallo (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) e Virgínia S. Abuhid (Pontifícia Universidade Católica-Minas Gerais), nossa gratidão.

Nosso reconhecimento à Editora Geral das publicações do Museu Nacional, Célia N. Ricci e à Assistente de Administração, Lia Ribeiro, pelo empenho no laborioso processo de editoração.

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo patrocínio, e às empresas FOGO FÁTUO EXPEDIÇÕES, LAND ROVER, FERRINO e WÖLLNER, pelo apoio.

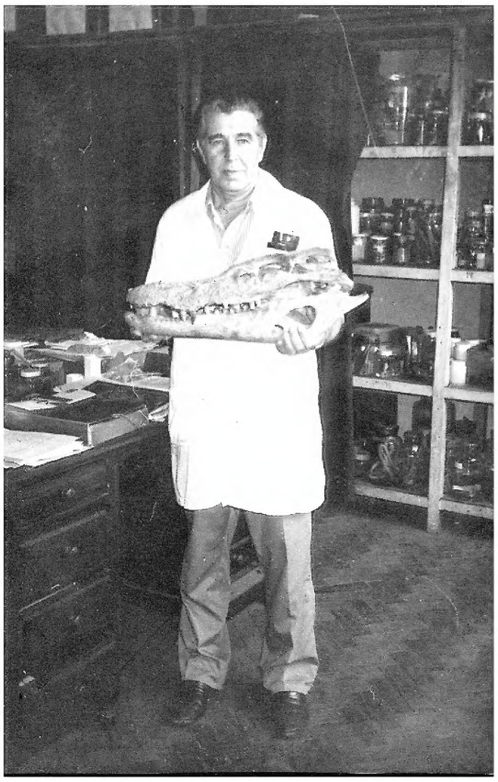
Este volume é dedicado ao ilustre Paleontólogo do Museu Nacional, Professor FAUSTO LUIZ DE SOUZA CUNHA – *in memoriam*, por sua grandiosa contribuição para o desenvolvimento da pesquisa de vertebrados.

Comissão Editorial deste volume
Alexander W. A. Kellner
Deise D. R. Henriques
Luciana B. de Carvalho
Sérgio A. K. de Azevedo



Símbolo do 1° SBPV
Staurikosaurus pricei Colbert, 1970
Desenho: Maurílio S. de Oliveira

HOMENAGEM AO PROFESSOR FAUSTO LUIZ DE SOUZA CUNHA (1926 – 2000)



Paleomastozoólogo brasileiro, o Professor Doutor Fausto Luiz de Souza Cunha nasceu em Juiz de Fora, Minas Gerais, em 25 de maio de 1926, e faleceu na cidade do Rio de Janeiro em 04 de junho de 2000.

Formado em História Natural pela então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Distrito Federal – atual UERJ – graduou-se Bacharel e Licenciado em 1952 e 1953, respectivamente. Em 1962 tornou-se Livre Docente (Doutor) em Ciências pela mesma instituição, então denominada Universidade do Estado da Guanabara. Em 1963 tornou-se Catedrático de Geologia e Paleontologia do Curso de História Natural dessa mesma Universidade.

Sua carreira foi marcada por inúmeros títulos além dos citados, entre os quais, Naturalista-Auxiliar da Divisão de Geologia do Museu Nacional (1958); Diretor da Divisão de Geologia do Museu Nacional (1966-1970); Professor Titular no Museu Nacional (1970) e Chefe do Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1974-1977), entre outros.

Atuou como coordenador e professor de disciplinas no Programa de Pós-Graduação do Museu Nacional e no Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Foi membro de várias sociedades científicas, entre elas a Sociedade Brasileira de Geologia, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, a Sociedade dos Amigos do Museu Nacional e a Sociedade Brasileira de Paleontologia, da qual foi membro fundador. Em março de 1980 tomou posse em solenidade como Membro Associado da Academia Brasileira de Ciências.

Realizou estágios nas principais instituições científicas dos Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Inglaterra, França e Portugal.

Atuou junto ao Professor Carlos de Paula Couto, dedicando-se ao estudo da fauna pleistocênica brasileira, a partir de trabalhos de campo desenvolvidos por todo o país, destacando-se aquele realizado na Bacia de São José de Itaboraí, Niterói, Rio de Janeiro. Pelo tombamento desta lutou, junto a colegas geólogos, reconhecendo sua importância. Durante sua carreira acadêmica orientou várias dissertações de Mestrado e publicou cerca de 150 trabalhos.

Quatro foram as espécies que lhe renderam homenagens, sendo a mais recente *Gondwanatitan faustoi*, um saurópodo, que ele, juntamente com o Professor José Martin Suárez, da Universidade Estadual Paulista de Presidente Prudente, e com o Geólogo Ramsés Capilla, da Petrobras, coletou na região de Álvares Machado, São Paulo.

A "Sala da Paleontologia" do início de nossa vida acadêmica sob a orientação do Professor Fausto não é mais a mesma, está muito diferente. Novos projetos, novos estagiários, novos professores. Desses, poucos o conheceram, mas todos, hoje, vivem de sua grande paixão e, por mais que haja mudanças, ele sempre estará presente.

Indubitavelmente, mais que um aprendizado acadêmico, o Professor Fausto proporcionou àqueles que o cercavam um aprendizado de vida. Em meio a tanto "passado", estava muitas vezes adiante de "seu tempo", pensando sempre no futuro – da ciência, da instituição e nosso.

Suas palavras de amor ao Museu Nacional jamais esqueceremos.

Deise Dias Rêgo Henriques
Marcia Gomide da Silva Mello

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.111-116, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

ON THE FOSSIL LOCALITY "LADEIRA DO BERLENGA" (SANTANA FORMATION, ARARIPE BASIN), PIAUÍ, NORTHEASTERN BRAZIL[1]

(With 4 figures)

ALEXANDER W. A. KELLNER [2][3]
VALÉRIA GALLO [4]
ALAMO S. F. SARAIVA[5]
JULIANA M. SAYÃO [2][6]
HELDER DE P. SILVA [2][7]

ABSTRACT: Despite known for several decades, the paleontological content of the Santana Formation (Romualdo Member, Araripe Basin) in Piauí State was restricted to the crocodylomorph *Araripesuchus*, the paratype of *Paraelops cearensis*, and the holotype of *Santanaclupea silvasantosi*. Fieldwork carried out in the locality "Ladeira do Berlenga" resulted in the discovery of several fish taxa which were found in two levels. The lower level is formed by large and massive calcareous concretion of yellowish color, which showed the presence of two small (1-3 cm) taxa referable to Clupeomorpha (*Santanaclupea* and a new taxon). In the upper portion of the sequence, the calcareous concretion are rounded and show a beige color, furnishing the following taxa: *Araripelepidotes* (Semionotidae), *Placidichthys* (Ophiopsidae), *Calamopleurus* (Amiidae), *Vinctifer* (Aspidorhynchidae), *Rhacolepis* (Pachyrhizodontidae), and *Tharrhias* (Chanidae). Besides those, *Brannerion* and *Cladocylus* were also reported previously in this locality. Most of those taxa have already been recorded in different parts of the Araripe Basin, particularly in the state of Ceará, indicating that the paleoichthyofauna was widespread within the different geographic areas of the Araripe Basin.

Key words: Araripe Basin, Santana Formation, Piauí State, Fossil fishes.

RESUMO: A localidade fossilífera "Ladeira do Berlenga" (Formação Santana, Bacia do Araripe), Piauí, Nordeste do Brasil.

Apesar de conhecido por muitas décadas, o conteúdo paleontológico dos afloramentos da Formação Santana (Membro Romualdo, Bacia do Araripe), no Estado do Piauí, era restrito ao crocodilomorfo *Araripesuchus*, ao parátipo de *Paraelops cearensis* e ao holótipo de *Santanaclupea silvasantosi*, além da breve menção da presença de outros táxons. Trabalho de campo nesta região resultou no encontro de uma diversidade de peixes fósseis em dois níveis distintos. O mais basal, formado por nódulos calcários maciços de coloração amarelada, forneceu apenas peixes de pequeno porte (1-3cm), que representam duas espécies de Clupeomorpha (*Santanaclupea* e um novo táxon). Na porção superior, com nódulos arrendondados de coloração bege, foram encontradas as seguintes formas: *Araripelepidotes* (Semionotidae), *Placidichthys* (Ophiopsidae), *Calamopleurus* (Amiidae), *Vinctifer* (Aspidorhynchidae), *Rhacolepis* (Pachyrhizodontidae) e *Tharrhias* (Chanidae). Além dessas, foram registrados anteriormente *Brannerion* e *Cladocylus*. A maior parte dessas formas já foi encontrada em diversos pontos da bacia, principalmente no Estado do Ceará, indicando uma distribuição geográfica desta paleoictiofauna por toda a Bacia do Araripe.

Palavras-chave: Bacia do Araripe, Formação Santana, Estado do Piauí, Peixes fósseis.

---

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
Associate Researcher - American Museum of Natural History, New York.
E-mail: kellner@mn.ufrj.br.
[4] Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Fellow of PROCIÊNCIA-UERJ.
E-mail: gallo@uerj.br.
[5] Universidade Regional do Cariri. Cel. Antonio Luís, 1161, 63100-000, Crato, CE, Brasil.
E-mail: alamo@urca.br.
[6] Graduate student, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Zoologia, Museu Nacional/UFRJ.
Fellow of Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).
E-mail: jsayao@mn.ufrj.br.
[7] E-mail: helder@acd.ufrj.br.

INTRODUCTION

The Araripe Basin has some of the richest fossil deposits from Brazil. Known since the 19th century, this basin is situated between the states of Ceará, Pernambuco, and Piauí. The most fossiliferous strata belong to the Santana Formation, which is divided into the members Crato, Ipubi, and Romualdo (BEURLEN, 1971; MABESOONE & TINOCO, 1973). Palynological data indicate that those rocks have been formed during the Early Cretaceous (Aptian-Albian, see PONS, BERTHOU & CAMPOS, 1990).

The fossils from the Santana Formation belong to very distinct *Lagerstätten* formed by the sedimentary rocks of the Crato and the Romualdo members (*e.g.*, KELLNER & CAMPOS, 1999). The fossils from the latter are particularly well preserved, including the preservation of phosphatized soft tissues in several fishes (MARTILL, 1988) and tetrapods (KELLNER & CAMPOS, 1998). This exquisite preservation and the large quantities of specimens have made this deposit known worldwide (for a review see MAISEY, 1991 and SANTOS, 1991).

Most producing localities of the Romualdo Member (as well as for all Santana Formation) are situated in the state of Ceará and the majority of the fossils known to date came from there. Despite being less studied, there are several sites in Pernamb uco and Piauí states that have a great potential for new findings. Among those is the locality "Ladeira do Berlenga" (Piauí State), where the layers from the Romualdo Member crop out. In 1946, an expedition organized by the Conselho Nacional do Petróleo (CNP) and leaded by Frederick B. Plummer, went to this region and collected several fossils (CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO, 1948), most still unstudied so far. Among the few exceptions is the crocodyliform *Araripesuchus gomesii* described by PRICE (1959) and the paratype of the albuloid *Paraelops cearensis* described by SANTOS (1971). During regional mapping activities developed in the northeastern part of Brazil, GOMES *et al.* (1981:138) briefly mentioned the specimens collected by CNP, which were attributed tentatively to several taxa. One of those (DGM 515-P) was latter studied by MAISEY (1993) and named *Santanaclupea silvasantosi*, consisting the first clupeomorph from the Santana Formation.

At the beginning of 2000, some of us visited the "Ladeira do Berlenga" locality and collected several specimens (KELLNER *et al.*, 2000), including previously unknown taxa for this region. Here we briefly report on those fossils and update the faunal list of this locality.

GEOLOGICAL SETTING

The rocks of the Araripe Basin in Piauí represent the most western parts of the basin. The predominant stratigraphic unit is the Exu Formation, composed by yellowish and reddish sandstones, that form the upper portion of the Araripe Plateau. Outcrops of the Santana Formation are found underneath the sandstones, but tend to be covered by vegetation and are not easily accessible. Only the rocks of the Romualdo Member were identified in the field, and we found no evidence of the evaporites of the Ipubi Member nor of the laminated limestones that characterize the Crato Member.

The best outcrops of the Romualdo Member were found at the locality "Ladeira do Berlenga", situated on the Marcolândia-Fronteira road. The main outcrop is situated directly along the sides of the road (GPS: S 07°17'10.9"; W 040°35'42.6") and is locally called "cascalheira". Other outcrops have been found in farms nearby and close to the road. However, their extent is limited and contrasts with the far larger exposures of the Santana Formation in Ceará and Pernambuco, especially where there have been mining activities.

All fossils were found in calcareous nodules embedded in dark shales. Nodules occur in two distinct levels. The basal one is formed by large nodules, that are more massive, tend to be tabular, and have a yellowish color. So far only small fishes have been found (two distinct taxa referable to Clupeomorpha, one possibly *Santanaclupea*).

The nodules from the upper portion tend to be rounded, are of beige color and overall very similar to the concretions found in other parts of the Araripe Basin. Here several taxa of fish have been found indicating a higher diversity. Like in other parts of the Araripe Basin, the nodules of the upper section tend to follow the shape of the outlines of the fishes (MAISEY, 1991).

PALEONTOLOGICAL CONTENT

All fossils recovered so far are actinopterygians. The most abundant fossils in the lower level are the two distinct taxa referable to Clupeomorpha (MN6100-V; Fig.1). They are small, ranging from 1 to 3cm in length. Several specimens have

been collected which are confined in a calcareous layer of about 30cm. One of those is possibly *Santanaclupea* (Fig.1A), but the other is likely a different taxon (Fig.1B), since it lacks ornamentation in the vertebrae (specimen MN 6704-V, not figured) and has less elongated jaw than the former (see MAISEY, 1993). This second taxon is presently being studied from other parts of the basin (FIGUEIREDO & GALLO, 2001).

On the upper level the following genera were found: *Araripelepidotes* (Semionotidae, MN6705-V), *Placidichthys* (Ophiopsidae, MN6090-V - Fig.2), *Calamopleurus* (Amiidae; MN 6711-V), *Vinctifer* (Aspidorhynchidae, MN6710-V - Fig.3), *Rhacolepis* (Pachyrhizodontidae, MN6708-V - Fig.4), and *Tharrhias* (Chanidae, MN6706-V). More specimens have been collected, but until preparation is completed no taxonomic identification can be made. GOMES *et al.* (1981) also mentioned the occurrence of *Brannerion*, *Cladocylus*, and, with doubts, *Dastilbe* (the latter might be a misidentification). The most abundant taxon is the aspidorhynchid *Vinctifer*, with individuals varying in size from 15cm to over 50cm, with the larger ones being generally incomplete. The taxon *Rhacolepis* is also well represented by several almost complete individuals. Only very few specimens of the amiid *Calamopleurus* were found. Those tend to be incomplete and show only part of the skeletons (no complete specimen has been collected).

The most interesting specimen collected is referred to the ophiopsid *Placidichthys bidorsalis* described by BRITO (2000). This taxon was previously known from outcrops in Ceará State and, so far, constitute a rare element in the fish fauna of the Romualdo Member. As typical for this taxon, the specimen collected at the "Ladeira do Berlenga" site (Fig.2) has an elongated and slender body, rather heavily covered by slender ganoid scales, and the diagnostic two dorsal fins (BRITO, 2000). So far, this is the only unequivocally ophiopsid fish known from the Santana Formation. SANTOS & VALENÇA (1968) have reported the occurrence of an Ophiopsidae in the Santana Formation, but up to now the material was never described (MAISEY, 1991).

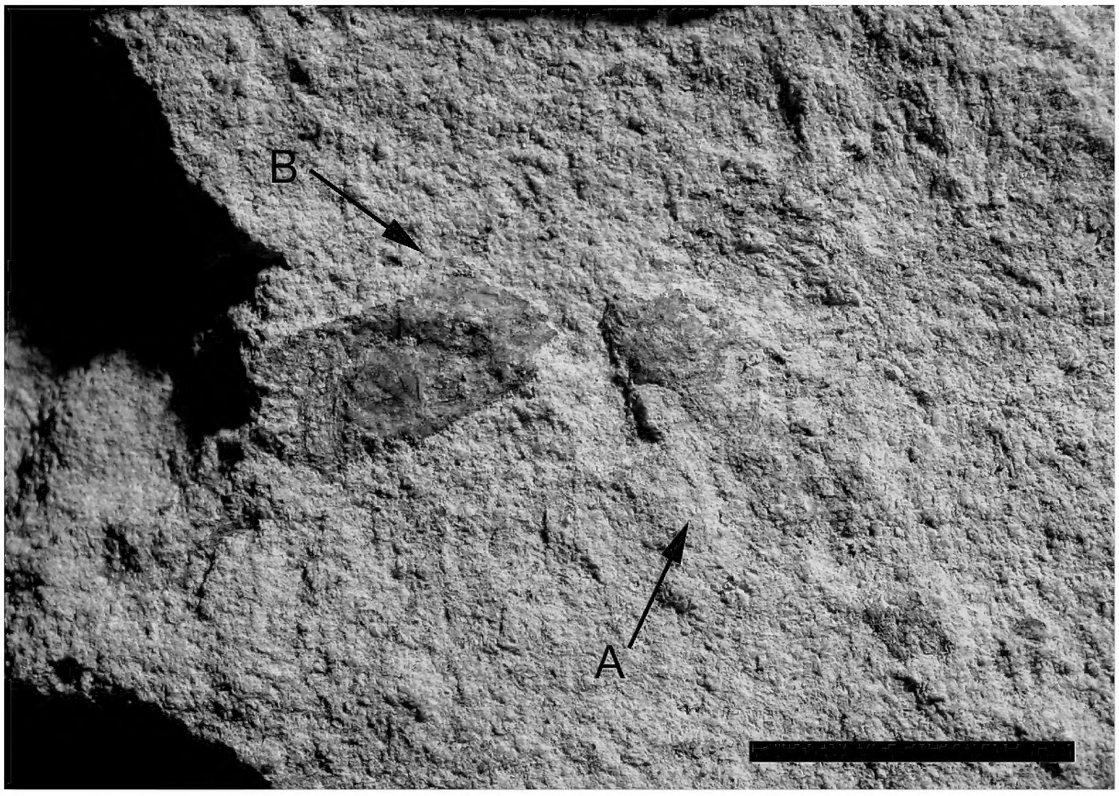
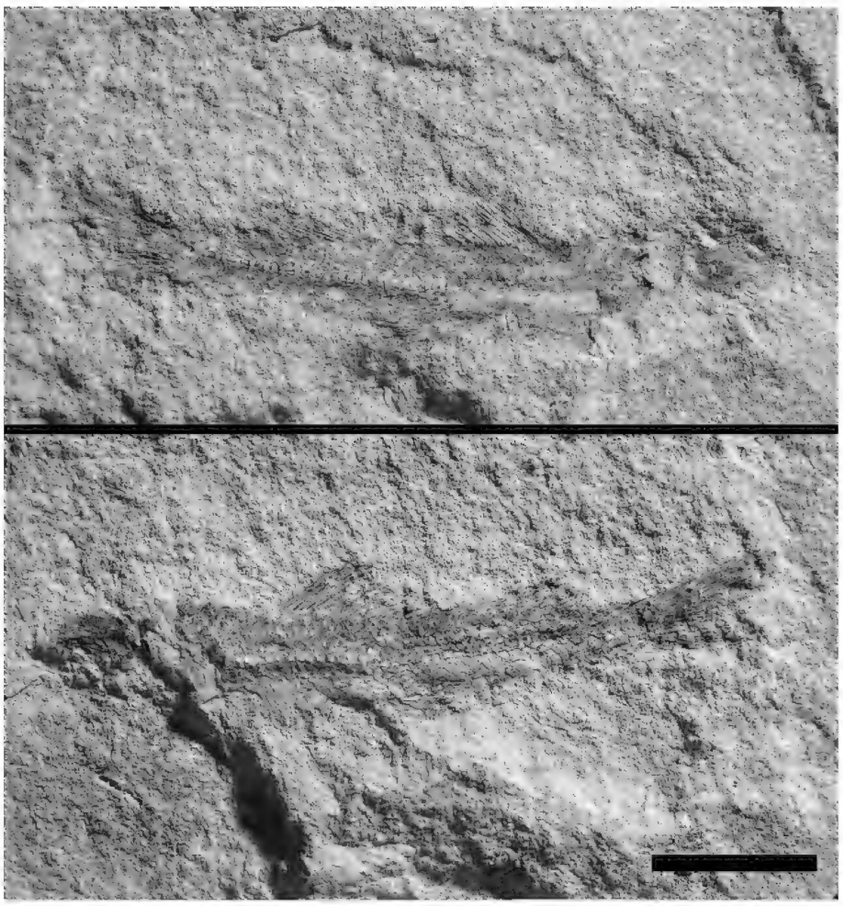


Fig.1- Small (1-3cm) fish referable to Clupeomorpha (MN 6100-V): (A) possible specimen of *Santanaclupea*; (B) undescribed taxon. Scale bar = 20mm.

2



3

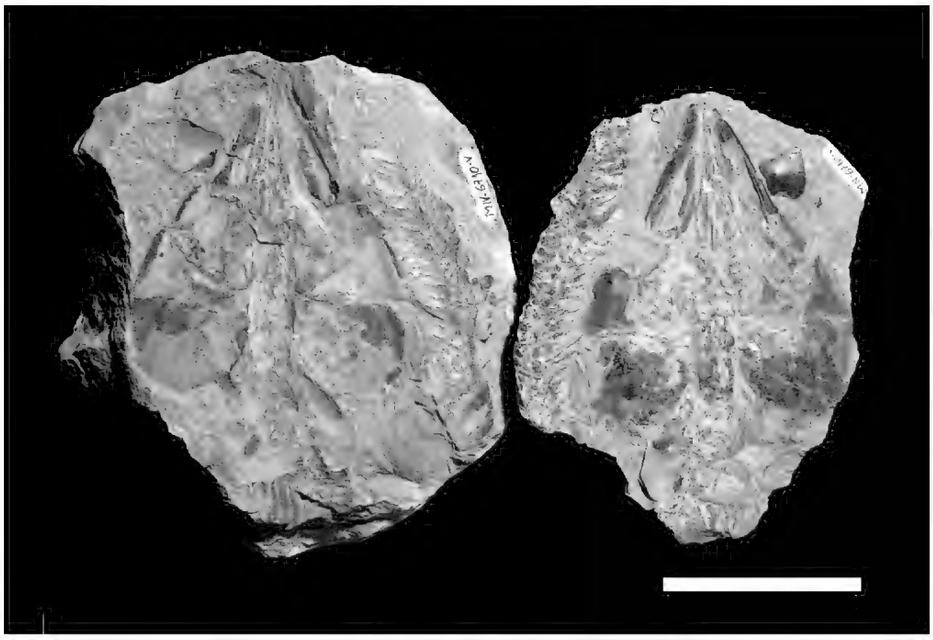


Fig.2- Specimen of *Placidichthys* (Ophiopsidae; MN 6090-V) (scale bar = 20cm); fig.3- *Vinctifer* (Aspidorhynchidae; MN-6710) (scale bar = 50mm).

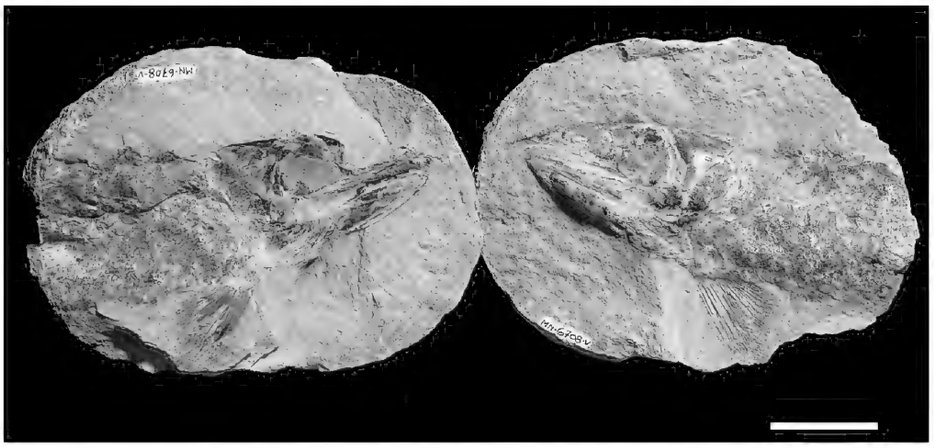


Fig.4- Specimen of *Rhacolepis* (Pachyrhizodontidae, MN 6708-V). Scale bar = 50mm.

DISCUSSION

Although the Santana Formation in Piauí provided the first tetrapod from the Araripe Basin (PRICE, 1959), the fossil localities of that region were not further explored. The site "Ladeira do Berlenga" and its surroundings are now shown to be quite fossiliferous. Here we record several common taxa of actinopterygian fishes that are well known from other parts of the basin, particularly in Ceará, expanding the faunal list briefly presented by GOMES *et al.* (1981). This indicates a faunal continuity in the Araripe Basin during the Aptian-Albian. However, some rare elements have been found too, such as the two clupeomorphs (*Santanaclupea* and an undescribed taxon) and one halecomorph (*Placidichthys*).

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Violeta Arraes de Alencar Gervaiseau and Plácido Cidade Nuvens (Universidade Regional do Cariri – URCA) that supported field activities at the Araripe Basin, and Sinésio Ribeiro de Souza (Piauí) and his family for the help while we were in the region of the "Ladeira do Berlenga." The authors also wish to thank John G. Maisey (American Museum of Natural History), Marise S.S.Carvalho (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM), and Paulo Brito (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ) for reviewing earlier drafts of the manuscript. This project was partially supported by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (grant E-26/150.912/99 to A.W.A.K.).

LITERATURE CITED

BEURLEN, K., 1971 – As condições ecológicas e faciológicas da formação Santana na chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **43**(supl.):411-415.

BRITO, P.M., 2000 – A new halecomorph with two dorsal fins, *Placidichthys bidorsalis* n.g., n.sp. (Actinopterygii: Halecomorphi) from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeast Brazil. **Comptes Rendus de L'Académie des Sciences de Paris**, Paris, **331**:749-754.

CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO, 1948 – Relatório de 1946. Presidência da República. Rio de Janeiro.

FIGUEIREDO, F.J. & GALLO, V., 2001 – A new clupeomorph fish from the Santana Formation, northeastern Brazil with an overview of *Santanichthys diasii* (Silva Santos, 1958). In: INTERNATIONAL MEETING ON MESOZOIC FISHES – SYSTEMATICS, PALEOENVIRONMENTS AND BIODIVERSITY, 3., Serpiano-Monte San Giorgio. **Abstract Book**. 27p.

GOMES, J.R.C.; GATTO, C.M.P.P.; SOUZA, G.M.C.; LUZ, D.S.; PIRES, J.L. & TEIXEIRA, W., 1981 – Geologia. In: **Brasil. Ministério das Minas e Energia. PROJETO RADAMBRASIL., Folhas SB.24/25 Jaguaribe/Natal, Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da produção Mineral. v.23, 744p.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1998 – Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (42):1-22.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1999 – Vertebrate Paleontology in Brazil – a review. **Episodes**, Beijing, **22**(3):238-251.

KELLNER, A.W.A.; GALLO, V.; FEITOSA, A.A.; SAYÃO, J.M. & SILVA, H.P., 2000 – On the fossil locality "Ladeira do Berlenga" (Santana Formation, Araripe Basin) in Piauí, Northeastern Brazil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 2., Rio de Janeiro, **Resumos...** Museu Nacional, Rio de Janeiro: 31.

MABESOONE, J.M. & TINOCO, I.M., 1973 – Paleoecology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdam, **14**(2):97-118.

MAISEY, J.G., 1991 – **Santana Fossils: an illustrated atlas**. Neptune: T.F.H. Publications, Inc. 459p., il.

MAISEY, J.G., 1993 – A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. **American Museum Novitates**, New York, **3076**:1-15.

MARTILL, D.M., 1988 – Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation. **Paleontology**, London (31):1-18.

PONS, D.; BERTHOU, P.Y. & CAMPOS, D.A., 1990 – Quelques observations sur la palynologie de l'Aptien Supérieur et de l'Albien du bassin d'Araripe (N.E. du Brésil). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., Crato, **Atas...** Crato: Universidade Regional do Cariri, p.241-252.

PRICE, L.I., 1959 – Sobre um novo crocodilídeo notosúquio do Cretácico Brasileiro. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, **188**:1-155.

SANTOS, R.S., 1971 – Nouveau genre et espèce d'Elopidae du Bassin Sédimentaire de la Chapada do Araripe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **43**(2):439-442.

SANTOS, R.S., 1991 – **Fósseis do Nordeste do Brasil: Paleoictiofáunula da Chapada do Araripe**. Rio de Janeiro: Ed. UERJ. 64p.

SANTOS, R.S. & VALENÇA, J., 1968 – A Formação Santana e sua paleoictiofauna. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **40**(3):339-360.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.117-120, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

USING GEOMETRIC MORPHOMETRICS TO STUDY ONTOGENETIC SHAPE CHANGES IN *PARALEPIDOTUS ORNATUS* (AGASSIZ 1833-43) (ACTINOPTERYGII, SEMIONOTIDAE) [1]

(With 2 figures)

VALÉRIA GALLO [2]
MAURO J. CAVALCANTI [3]
ANDREA TINTORI [4]

ABSTRACT: Ontogenetic changes in body shape of the semionotid *Paralepidotus ornatus* were analyzed by the geometric method of partial warps. The coordinates of 13 anatomical landmarks taken on 24 specimens (varying from juveniles to adults) were used to determine the regression of size onto shape, using the method of warp analysis. Most of the ontogenetic allometry occurs along the dorsoventral axis, being represented by an increase of its depth. Ontogenetic transformations along the anteroposterior axis include a compression of the snout, an elongation of the base of the dorsal fin, as well as an elongation of all the posterior-caudal region in adult specimens, with a shortening of the pelvic-anal region.

Key words: Semionotidae, allometry, geometric morphometrics.

RESUMO: Utilizando a Morfometria Geométrica para estudar mudanças ontogenéticas da forma em *Paralepidotus ornatus* (Agassiz 1833-43) (Actinopterygii, Semionotidae).

Mudanças ontogenéticas na forma corporal do semionotídeo *Paralepidotus ornatus* foram analisadas pelo método geométrico de deformações parciais. As coordenadas de 13 marcos anatômicos, tomadas em 24 exemplares (variando de juvenis a adultos), foram utilizadas para determinar a regressão do tamanho sobre a forma usando o método de análise de deformações. Grande parte da alometria ontogenética ocorre ao longo do eixo dorso-ventral do corpo, sendo representada por um aumento de sua altura. Transformações ontogenéticas ao longo do eixo ântero-posterior do corpo incluem uma compressão do focinho, um alongamento da base da nadadeira dorsal, bem como um alongamento de toda a região posterior-caudal nos espécimes adultos, com uma redução da região pélvica-anal.

Palavras-chave: Semionotidae, alometria, morfometria geométrica.

INTRODUCTION

The semionotid *Paralepidotus ornatus* (AGASSIZ, 1833-43) is a marine Norian (Upper Triassic) fish possessing a rather restrict geographical distribution, being so far found mainly in the sedimentary Tethyan deposits of Europe (Italy and Austria). In that region it is well represented, with several complete specimens encompassing different growth stages. Due to the marked difference among juvenile and adult *Paralepidotus,* in the old literature they were often referred to different taxa. Recently, TINTORI (1996, 1998) discussed the ontogenetic variation in this species and pointed out the distinct features. According to him, in *Paralepidotus* the transition from juvenile to adult involves several changes concerning mainly body shape, position of the dorsal fin, dentition, and bone and scale ornamentation. During growth, the body changes from slender and fusiform to deeper and hump-backed, and the dorsal fin origin is more anteriorly positioned.

In this study, ontogenetic changes in *P. ornatus* body shape were analyzed using techniques of geometric morphometrics, that allow a precise comparative analysis of shape and shape changes in organisms using point coordinate data (ROHLF & MARCUS, 1993). Such methods

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.

[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Departamento de Biologia Animal e Vegetal. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Fellow of PROCIÊNCIA-UERJ. E-mail: gallo@uerj.br.

[3] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: maurobio@acd.ufrj.br.

[4] Università degli Studi di Milano, Dipartimento de Scienze della Terra. Via Mangiagalli 34, I-20133, Milano, Italia.

represent an interesting alternative to traditional morphometrics, based on measurements of distances and techniques of statistical analysis bivariate and multivariate, being particularly important for studies of systematic, functional morphology and allometry in fishes.

MATERIAL AND METHODS

The analysis was performed on the Cartesian coordinates of 13 two-dimensional landmarks defined on the basis of external morphology of 24 specimens of *P. ornatus*, ranging from 88 to 415mm in standard length (Fig.1). Data were collected from digitized images recorded with a VHSC Panasonic PV-22D camcorder and a Grabit™ frame grabber attached to a notebook computer. The coordinates of the landmarks for each specimen were taken from those images using the TpsDig program, version 1.18, written by F.J.Rohlf.

The geometric size of each specimen was estimated by centroid size, defined as the square root of the sum of squared distances from all landmarks to the centroid of the configuration (BOOKSTEIN, 1991). The landmark coordinates for each specimen were aligned and superimposed by the Procrustes generalized orthogonal least squares method (ROHLF, 1990). In this procedure, the configurations were scaled to unit centroid size and then centered and rotated, in order to minimize the sum of squared distances between the landmarks of each configuration to the corresponding landmarks of a reference or "consensus" configuration, computed as the mean landmark configuration of all specimens.

Patterns of ontogenetic shape changes were analyzed by the thin-plate splines technique (BOOKSTEIN, 1991). This method models shape changes as deformations, by fitting an interpolation function to the aligned landmark coordinates of the specimens against the reference configuration, resulting in a bending energy matrix. The eigenvectors of this matrix are called principal warps, and are relative only to the reference configuration. The eigenvalues associated to each principal warp are inversely related to the spatial scale of shape change, so that large eigenvalues correspond to eigenvectors (principal warps) describing small-scale deformations, whereas small eigenvalues correspond to eigenvectors that describe large-scale deformations. The projection of the Procrustes superimposed specimens onto the principal warps yields the partial-warp scores, that describe their deviations from the reference configuration and can be used as variables in subsequent multivariate statistical analyses (ROHLF, 1996).

The partial-warp scores were regressed onto centroid size, using multivariate regression (MORRISON, 1990). This approach allows to regress several dependent variables (partial warps) onto one independent variable (centroid size), and is more adequate to study allometric

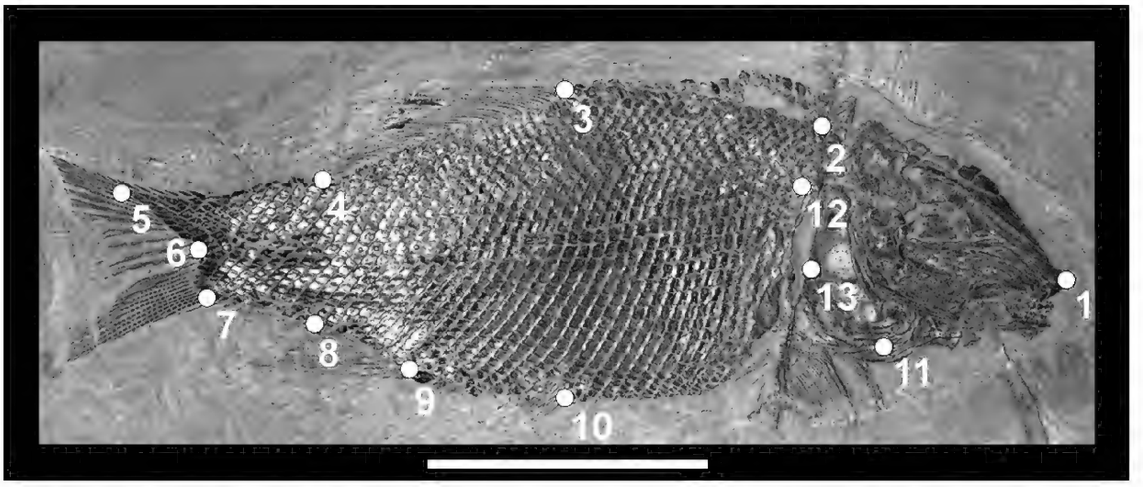


Fig.1- Landmarks collected on *Paralepidotus ornatus* specimens: (1) tip of the snout; (2) anterior edge of the first scale in the dorsal ridge; (3) beginning of the dorsal fin; (4) end of the dorsal fin; (5) posterior edge of the last scale in the superior lobe of the caudal fin; (6) posterior edge of the last scale of the lateral line; (7) ventral edge of the last mid-ventral scale; (8) end of the anal fin; (9) beginning of the anal fin; (10) projection on the ventral margin from point 3; (11) ventral tip of the cleithrum; (12) anterior edge of the first scale of the lateral line; (13) posterior border of opercle. Scale bar = 5cm.

shape changes by geometric methods than the conventional multiple regression with one dependent and several independent variables (ROHLF, 1998). This analysis was done including the uniform components, in order to assess variation in the full shape space (BOOKSTEIN, 1996). The fit of the multivariate regression model was tested using a generalization of GOODALL'S (1991) F-test.

Deformation grids using thin-plate splines were used to graphically portray the patterns of shape variation among the landmarks.

All computations were performed on an IBM-PC compatible microcomputer, with the TpsRegrw program, version 1.19, written by F.J.Rohlf. The morphometric software is available over the Internet from the Stony Brook Morphometrics WWW pages at http://life.bio.sunysb.edu/morph/.

RESULTS AND DISCUSSION

The multivariate regression of partial warps onto centroid size was highly significant (Goodall's F-test = 2.3665, df = 22.484, P < 0.001). Most of the ontogenetic allometry occurs along the dorsoventral axis and it can be interpreted by an uniform increase of the body depth, as depicted by thin-plate splines deformation grids (Fig.2). Ontogenetic transformations also occur along the anteroposterior axis, showing a compression of the snout and an elongation of the base of the dorsal fin, as well as an elongation of all the posterior-caudal region in adult specimens, with a shortening of the pelvic-anal region, thus with the anal fin becoming proportionally more anterior.

These results partially corroborate the intuitive analysis of TINTORI (1996) on the body growth of

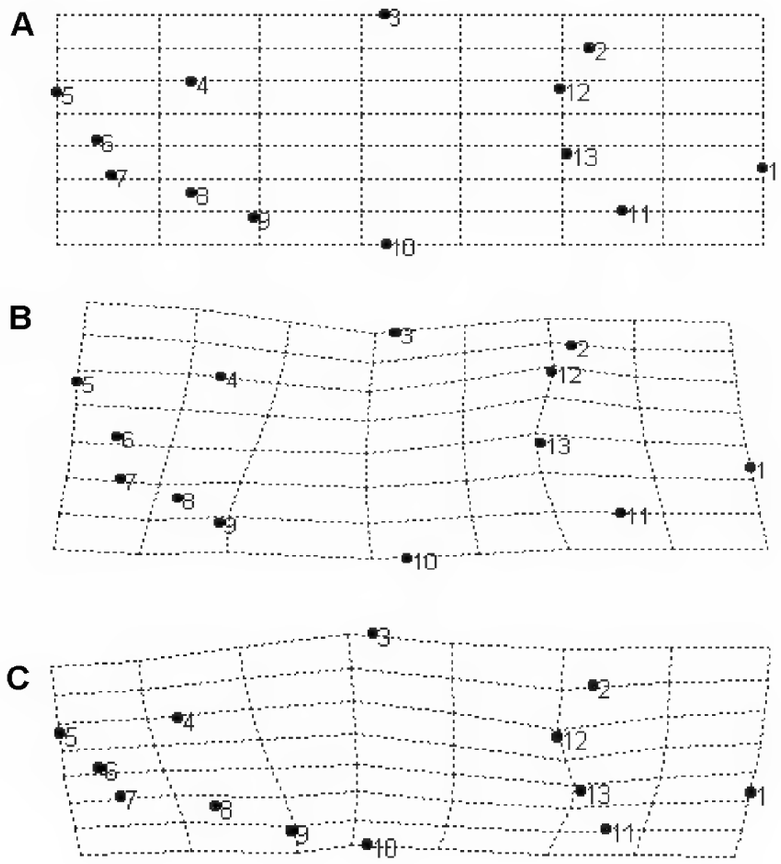


Fig.2- Shape changes, expressed as deformation grids using thin-plate splines, as a function of size in *Paralepidotus ornatus* estimated by a multivariate regression of all shape variables (uniform components+partial warps) on centroid size: (A) consensus configuration; (B) estimated shape for a small specimen (MPUM 7142; SL = 88mm); (C) estimated shape for a large specimen (ST 82911; SL = 415mm).

P. ornatus. However, in our analysis we were able to localize the body regions where the shape changes occur, as well as to indicate the principal directions of variation of form during the ontogeny.

Geometrically the shape changes in *P. ornatus* are not as pronounced as might be suggested by the previous analysis of TINTORI (1996). The allometric growth of the dorsal region originating the typical hump at the beginning of the dorsal fin in most of semionotid fishes could not be detected in the present study with geometric morphometric techniques. Moreover, instead of the relative forward shifting of the dorsal fin origin as suggested by TINTORI (1996), our analysis pointed out an elongation of its base.

The ontogenetic transformations in *P. ornatus* can be related to change in the feeding habit. According to TINTORI (1996, 1998), juveniles were moderately triturant whereas adults were strongly triturant. In this way, the longer insertion of the dorsal fin in *P. ornatus* adults may have been useful for maneuvering near the bottom when feeding on benthic mollusks. Moreover, during the ontogeny the individuals changed the habitat, occupying different positions in the water column. TINTORI (1996) supposed that juveniles lived in more open and superficial waters, whereas adults lived much closer to the bottom along the margins of deep lagoon.

However, it should be emphasized that one of the problems with the relative warps technique, as pointed out by ROHLF (1998), is its dependence of the consensus configuration. In this context, the thin-plate splines deformation grids showed in figure 2 depict indeed the shape differences between the reference configuration and a juvenile specimen (Fig.2B) and an adult specimen (Fig.2C). Therefore, ontogenetic shape changes represented by partial warps should be interpreted with caution, even if using multivariate regression techniques. Notwithstanding, the results of this study emphasize the potential of contemporary geometric morphometric techniques in providing useful insights into the growth patterns of fossil fish.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank the curators of Museo Civico di Storia Naturale "E. Caffi" (Bergamo) and Museo della Vicaria de Saint Lorenzo (Zogno) for allowing us to examine specimens under their care. We are also indebted to Leandro R. Monteiro (Universidade Estadual do Norte Fluminense) and Hugo Ricardo S. Santos (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), for critically reading the manuscript and contributing to its improvement. Work of VG was partially supported by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

LITERATURE CITED

AGASSIZ, L., 1833-1843 – **Recherches sur les Poissons Fossiles**. Petitpierre: Neuchâtel et Soleure, 5v., 1420p. (with supplements).

BOOKSTEIN, F.L., 1991 – **Morphometric Tools for Landmark Data. Geometry and Biology**. Cambridge: Cambridge University Press. 435p., il.

BOOKSTEIN, F.L., 1996 – Combining the tools of geometric morphometrics. In: MARCUS, L.F.; CORTI, M.; LOY, A.; NAYLOR, G.J.P. & SLICE, D.E. (Eds.) **Advances in Morphometrics**, NATO ASI Series A: Life Sciences. New York: Plenum Publishing. v.284, p.131-151.

GOODALL, C.R., 1991 – Procrustes methods in the statistical analysis of shape. **Journal of the Royal Statistical Society**, Oxford, Ser. B, **53**:285-339.

MORRISON, D.F., 1990 – **Multivariate Statistical Methods**. 3.ed. New York: McGraw-Hill. 495p., il.

ROHLF, F.J., 1990 – Rotational fit (Procrustes) methods. In: ROHLF, F.J. & BOOKSTEIN, F.L. (Eds.) **Proceedings of the Michigan Morphometrics Workshop**. Ann Arbor: University of Michigan Museum of Zoology. p.227-236. (Special Publication n.2).

ROHLF, F.J., 1996 – Morphometric spaces, shape components, and the effects of linear transformations. In: MARCUS, L.F.; CORTI, M.; LOY, A.; NAYLOR, G.J.P. & SLICE, D.E. (Eds.) **Advances in Morphometrics**, NATO ASI Series A: Life Sciences. New York: Plenum Publishing. v.284, p.117-129.

ROHLF, F.J., 1998 – On applications of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny. **Systematic Biology**, Washington, **47**(1):147-158.

ROHLF, F.J. & MARCUS, L.F., 1993 – A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, London, **8**(4):129-132.

TINTORI, A., 1996 – *Paralepidotus ornatus* (AGASSIZ 1833-43): A semionotid from the Norian (Late Triassic) of Europe. In: ARRATIA, G. & VIOHL, G. (Eds.) **Mesozoic Fishes - Systematics and Paleoecology**. München: Verlag, Dr. Friedrich Pfeil. p.167-179.

TINTORI, A., 1998 – Fish biodiversity in the marine Norian (Late Triassic) of northern Italy: the first Neopterygian radiation. **Italian Journal of Zoology**, Roma, **65** (Suppl.) 193-198.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.121-126, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

ALGUNS ASPECTOS DA PALEOICTIOFAUNA E DO PALEOAMBIENTE DO APTIANO INFERIOR DA BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS [1]

(Com 2 figuras)

ANGELO F. MAFFIZZONI [2]

RESUMO: Análise efetuada em sedimentito fossilífero, proveniente da Formação Coqueiro Seco (Pedreira Atol, Mina IV: 09° 45' 5,1" S e 36° 09' 33,8" W), Aptiano Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas, revelou a presença de Clupeomorfos, Semionotiformes (*Lepidotes* Agassiz, 1832), Actinistia (*Mawsonia* Woodward, 1907) e de ostracodes da espécie *Cypridea africana* (Krommelbein, 1965). *Lepidotes* e *Mawsonia* são comuns em paleoambientes lacustres e *Cypridea africana* é meso-halina. Os resultados da difratometria de raios X revelam uma composição mineral indicativa de deposição continental, e os dados obtidos, através dos biomarcadores e dos isótopos estáveis de oxigênio, demonstram uma salinidade mais elevada que a da água doce. Há, também, a presença de matéria orgânica em quantidades significativas. Os resultados geoquímicos e a paleofauna (peixes e ostracodes) são indicadores de um paleoambiente não marinho, meso-halino. A matéria orgânica e a estratificação da coluna d'água poderiam formar zonas disóxicas próximas ao fundo que, em determinadas circunstâncias, causariam eventos de mortalidade em massa.

Palavras-chave: Formação Coqueiro Seco, Bacia de Sergipe-Alagoas, Aptiano Inferior, paleoictiofauna, paleoambiente.

ABSTRACT: Some aspects of the palaeoichthyofauna and palaeoenvironment of the Lower Aptian of the Sergipe-Alagoas Basin.

The analysis of fossiliferous rocks of the Coqueiro Seco Formation (Atol Quarry, Mine IV: 09o 45' 5,1" S and 36o 09' 33,8" W), Lower Aptian of the Sergipe-Alagoas Basin has revealed the presence of Clupeomorpha, Semionotiformes (*Lepidotes* Agassiz, 1832), Actinistia (*Mawsonia* Woodward, 1907) besides ostracods of the species *Cypridea africana* (Krommelbein, 1965). The genera *Lepidotes* and *Mawsonia* are common in lacustrine environments and *Cypridea africana* is mesohaline. The results from X-Ray diphractometry showed a mineral composition indicative of continental deposition and the data obtained through biomarkers and oxygen isotope analysis pointed to salinity levels higher than that of freshwater. There is also a significant quantity of organic matter in the rock. The geochemical results together with the palaeofauna (fish and ostracods) are indicative of a non-marine, mesohaline environment. The presence of organic matter and a possible stratification of the water column may have formed anoxic zones close to the bottom that under certain circumstances could cause episodes of mass mortality.

Key words: Coqueiro Seco Formation, Sergipe-Alagoas Basin, Lower Aptian, palaeoichthyofauna, palaeoenvironment.

INTRODUÇÃO

Analisa-se material proveniente do Membro Morro do Chaves, Formação Coqueiro Seco, Aptiano Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas. As amostras foram coletadas na Mina IV ou Santa Tereza (Pedreira Atol, São Miguel dos Campos - AL), cujas coordenadas, tomadas com um GPS (V. Gallo-da-Silva com. pess.) são: 09°45'5,1"S e 36°09'33,8"W.

Segundo SCHALLER (1969), na Bacia de Sergipe-Alagoas, dois tipos de deposição são identificados: o primeiro continental, da parte inferior da seção sedimentar (Cambriano) até a sequência Aptiano-Albiano; o segundo marinho, que se prolonga até o Terciário Inferior. REGALI & SANTOS (1999) definem o paleoambiente da Bacia de Sergipe-Alagoas, no Aptiano inferior, como não marinho. Os registros ictiofossilíferos revelam a ocorrência de Hybodontidae e Seminotiformes nas Formações Bananeiras e Barra de Itiúba (MALABARBA & GARCIA, 1990); Aspidorhynchiformes, Ichthyodectiformes, Gonorhynchiformes e Clupeomorpha, na Formação Muribeca (JORDAN, 1910; SILVA-SANTOS, 1976, 1985a); Pycnodontiformes, Aspidorhynchiformes, Ichthyodectiformes, Elopomorpha, Gonorhynchiformes e *Leptolepis*, na Formação Riachuelo (SILVA-SANTOS, 1981,

[1] Entregue em 31/07/2002. Aceito em 28/03/2002.
Trabalho desenvolvido no Laboratório de Paleontologia, Museu de Ciências e Tecnologia – PUC-RS, Porto Alegre, RS, Brasil.
[2] Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Ciências Morfo-Biológicas. Av. Itália, Km 8, Campus Carreiros, 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: dmbangel@furg.br

1985b); e *Enchodus* na Formação Cotinguiba (SILVA-SANTOS & SALGADO, 1969).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PALEOICTIOFAUNA

De uma amostragem analisada de dez exemplares, há cinco teleósteos, sendo dois clupeomorfos, um Semionotidae (*Lepidotes* Agassiz, 1832), um Actinistia (gênero *Mawsonia* Woodward, 1907) e três ainda indeterminados (MAFFIZZONI, 2000). Segundo GALLO-DA-SILVA (1998), há inúmeros registros de *Lepidotes* sp. em paleoambientes lacustres, nas várias bacias marginais brasileiras, e há uma considerável diminuição nas ocorrências fossilíferas do gênero com a formação do proto-oceano Atlântico. CARVALHO & MAISEY (1999) afirmam que todas as espécies descritas do gênero *Mawsonia* ocorrem em sedimentitos lacustres.

ISÓTOPOS ESTÁVEIS DE OXIGÊNIO

A razão isotópica do oxigênio em apatita ($\delta^{18}O_P$) pode fornecer dados para estimativas de paleotemperatura e paleosalinidade (KOLODNY & LUZ, 1991). Os resultados dos isótopos estáveis de oxigênio em três amostras de apatita, cujas análises foram realizadas no Instituto de Geoquímica da Universidade de Tübingen, são os seguintes: 1) $\delta^{18}O_P$ = 20,9‰; 2) $\delta^{18}O_P$ = 19,3 ‰; 3) $\delta^{18}O_P$ = 20,4‰. KOLODNY & LUZ (1991) determinaram a razão isotópica em esqueletos e dentes de 159 tipos de peixes fósseis, previamente discriminados como de hábitos marinhos e de água doce. Em 79,66% dos peixes marinhos $\delta^{18}O_P \geq 18‰$, enquanto em 86,49% dos de água doce $\delta^{18}O_P < 18‰$. Entre os últimos foi registrado o valor mais baixo de $\delta^{18}O_P$ (6,0‰). Assim que valores de $\delta^{18}O_P$ superiores a 18‰, obtidos em peixes de procedência marinha, indicam paleoambientes marinhos ou sob influência marinha, ou, simplesmente, com concentrações de sais acima daquelas que normalmente ocorrem em água doce, enquanto que fósseis com baixos valores de $\delta^{18}O_P$ revelam ambientes deposicionais em água doce. Vale dizer, porém, que os resultados de $\delta^{18}O_P$ de KOLODNY & LUZ (1991) corroboram conhecimentos prévios sobre o paleo-hábitat dos peixes analisados. Os dados deste trabalho recebem tratamento diferente. A partir dos resultados de $\delta^{18}O_P$ deduz-se a salinidade do paleoambiente, já que há uma clara divisão entre os valores de $\delta^{18}O_P$ obtidos por KOLODNY & LUZ (1991) para os peixes ditos marinhos e para os de água doce. A simples obtenção de dados sobre a salinidade, porém, não revela se o ambiente deposicional é marinho ou lacustre, pois a água do mar tem composição iônica diferente da de lagos salgados (GOLDMAN & HORNE, 1983). O sal comum (NaCl) constitui 90% ou mais de todo o sal no mar (MACINTYRE, 1971), enquanto a salinidade das águas continentais é, normalmente, determinada por cátions cálcio, magnésio, sódio e potássio e por ânions carbonato, sulfato e cloreto, na seguinte proporção: $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^{+} > K^{+}$ e $CO3^{=} > SO4^{=} > Cl^{-}$ (WETZEL, 1981). Os resultados obtidos com as análises de isótopos estáveis de oxigênio, nas amostras de apatita da Pedreira Atol, indicam que a salinidade do ambiente era maior que as encontradas em água doce.

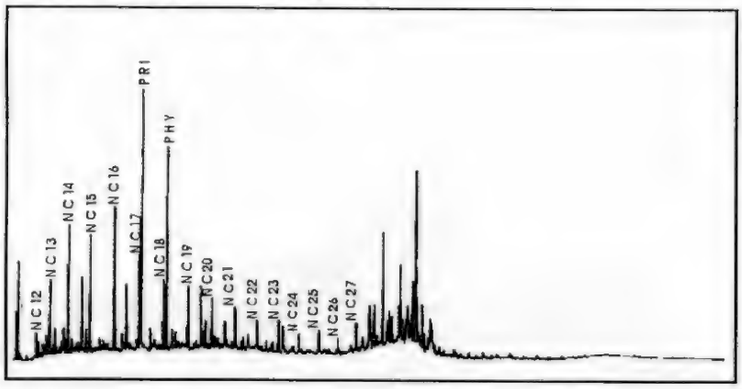
BIOMARCADORES

Marcadores biológicos, ou biomarcadores, são compostos orgânicos presentes nos sedimentitos que possuem estruturas químicas relacionadas às moléculas orgânicas biológicas atuais. Constituem um notável registro da atividade biológica do passado e auxiliam na reconstrução do ambiente de deposição (FARRIMOND & EGLINTON, 1990). Os resultados da análise geoquímica da amostra (Fig.1), realizada no Centro de Excelência em Geoquímica do CENPES/ Petrobras, indicam, segundo as comunicações pessoais de E.V. dos Santos Neto e de L.A. Trindade, o seguinte:

1) razão pristano/fitano = 1,19: salinidade alta;
2) razão $nC_{17}/nC_{17}+nC_{17}$ = 0,70: pouco aporte continental;
3) razão pristano/nC_{17} = 3,27 e fitano/nC_{18} = 3,53: baixo nível de evolução térmica;
4) razão C_{29} esteranos $\alpha\beta\beta/\alpha\beta\beta+\alpha\alpha\alpha$ = 0,19: menos evoluída termicamente que outras formações, mesmo que de outras bacias, como Alagamar;
5) razão gamacerano/C_{30} hopano = 0,70: salinidade alta, podendo indicar também estratificação na coluna de água;
6) razão hopano/esterano = 1,40: significativo aporte de matéria orgânica de origem bacteriana;
7) razão triciclo/hopano = 1,15: pouca maturação e também ambiente salino, pois em água doce esta razão é mais baixa;
8) esterano 27 = 30,51%, esterano 28 = 21,73%, esterano 29 = 41,76%: indicam a contribuição de diferentes grupos de algas para a biomassa;
9) Carbono orgânico total (TOC) = 5,1%: produção e preservação de matéria orgânica.

Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Coqueiro Seco, Membro Morro do Chaves, Pedreira Atol Mina 4
CS MCH PATOL 4
amostra 9716801

GC Saturates (areas and ratios)



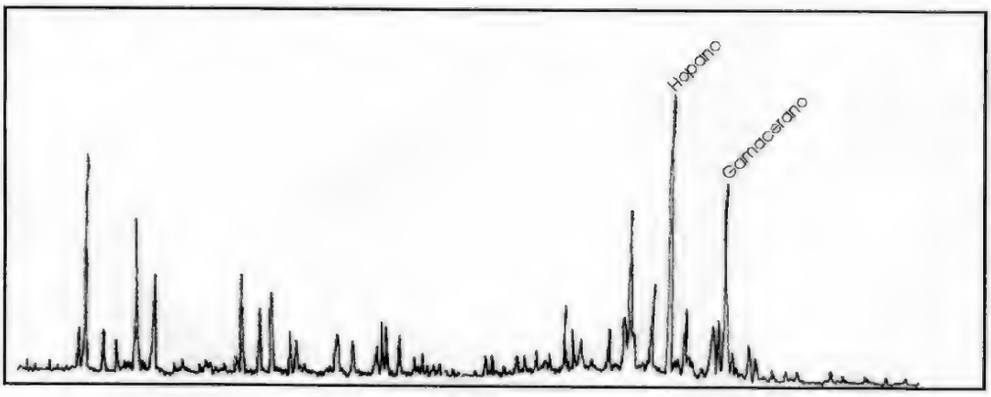
GC Parameters

Pristane/Phytane:	1.19
Pri/nC17:	3.27
Phy/nc18:	3.53
CPI-1:	2.35
nC17/nc17+nC27:	0.70

Bulk Parameters

API Gravity:	
% Sulfur:	
Nickel:	
Vanadium:	
delC13 Whole Oil:	-25.90
delC13 Saturates:	
delC13 Aromatics:	
% Saturates:	37.59
% Aromatics:	27.24
% NONHCPC:	35.17

Saturates



Terpane & Sterane Ratios

Hopanes/Steranes:	1.40
Tricyclics/Hopanes:	1.15
Total Hopanes(ppm):	9097.12
Ts/Ts+Tm:	0.22
Norneo/H29:	0.22
H28/H29:	
H29/H30:	0.57
OL/H30:	
GAM/H30:	0.70
H35/H34:	0.67
TET/26Tri:	0.26
21/23Tri:	1.50
26/25Tri:	1.56
Total Steranes(ppm):	5390.31
20S/20S+20R St:	0.12
abb/abb+aaa:	0.19
% 27 Steranes:	30.51
% 28 Steranes:	21.73
% 29 Steranes:	47.76
DIA/REG Cholestanes:	0.02

Saturates

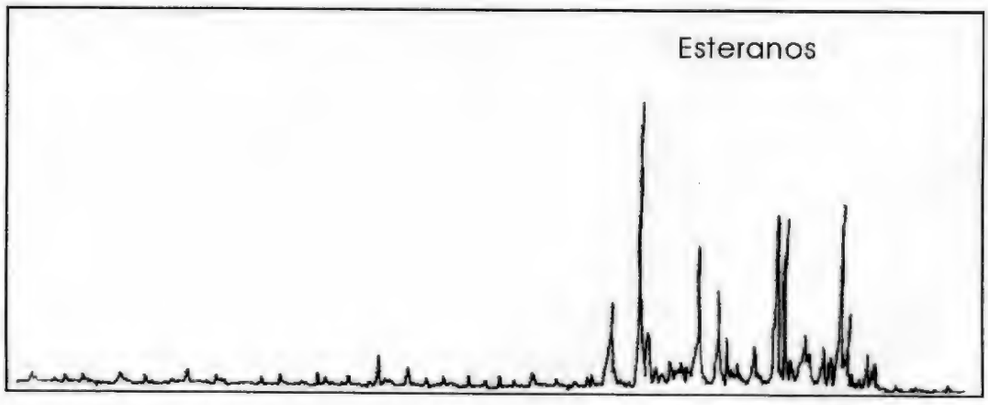


Fig.1 - Sumário da análise geoquímica.

Os biomarcadores, portanto, indicam deposição em paleoambiente de águas com concentrações salinas superiores às de água doce, e com relativa abundância de matéria orgânica.

OSTRACODES

Foi detectada a presença de ostracodes no sedimentito extraído do mesmo local onde se encontravam os fósseis de peixes. Segundo Dermeval do Carmo (com. pess.), havia abundância de exemplares em boas condições de preservação (90% das carapaças fechadas) da espécie *Cypridea africana* (Krommelbein, 1965), família Cyprididae. As condições gerais do material podem ser observadas na amostra MCP1088-PI, depositada no Laboratório de Paleontologia do MCT-PUCRS. Segundo BENSON (1961), os cipridídeos são dulciaqüícolas. DO CARMO (1998) considera a superfamília Cypridacea não marinha, o que define como aquelas espécies características de ambientes de água doce, salobra e hipersalina, como, por exemplo, *Cypridea araripensis* e *Cypridea* sp., da Fm. Alagamar, que eram euri-halinas de água doce, ou seja, eram capazes de suportar ambientes meso-halinos (5‰ a 18‰).

COMPOSIÇÃO MINERAL

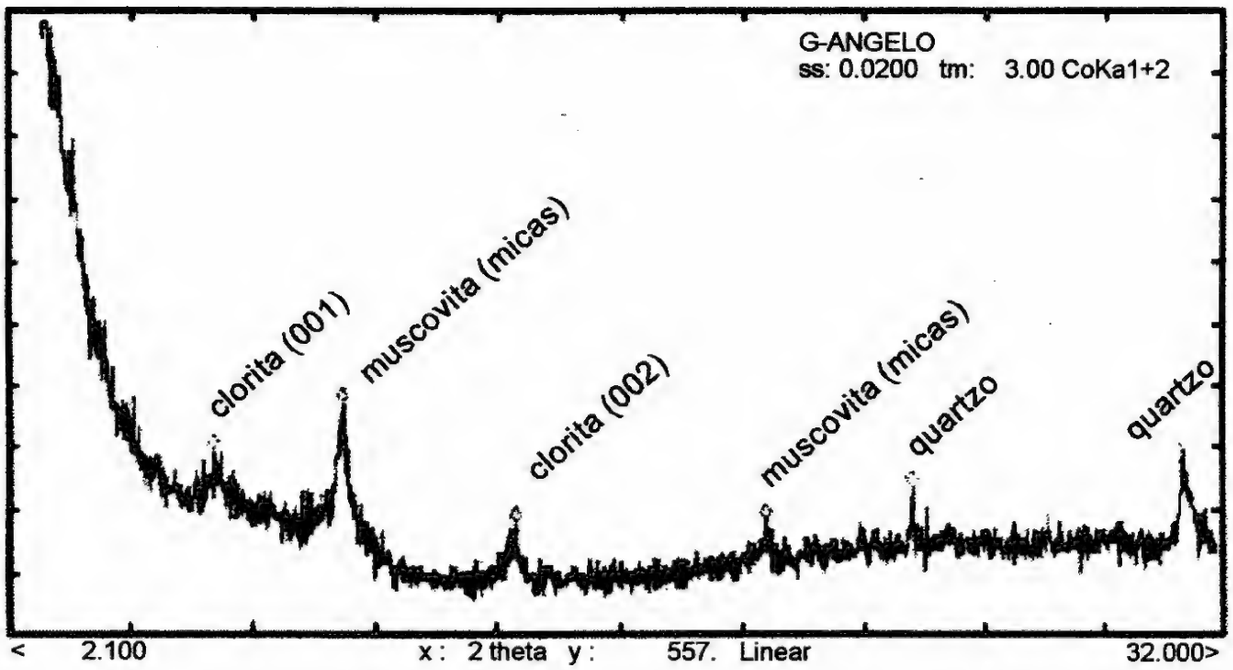
Os folhelhos fossilíferos, onde se realizou a coleta, são compostos por quartzo, muscovita, clorita, ilita e esmectita (Fig.2). Estes resultados foram obtidos a partir da análise por difração de raios X, realizada no Laboratório de Difratometria de Raios X, Departamento de Geologia, Instituto de Geociências/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em duas amostras do mesmo bloco de folhelhos. O quartzo é o mineral mais abundante da crosta terrestre depois dos feldspatos, sendo um constituinte freqüente de muitas rochas eruptivas, sedimentares e metamórficas; a muscovita ocorre numa extensa gama de sedimentos que sofreram metamorfismo regional (DEER *et al.*, 1966). Os minerais do grupo da clorita são componentes freqüentes de sedimentos argilosos, onde ocorrem tanto sob a forma de detritos, como de cristais autigênicos; derivam da agradação de minerais com estruturas em folhas fracamente organizadas, pela degradação de minerais ferro-magnesianos pré-existentes, e pela cristalização, a partir de soluções diluídas, de seus componentes (DEER *et al.*, 1966). As ilitas dos sedimentos podem ter-se depositado como tal, depois de sua formação por meteorização de silicatos, principalmente feldspatos, e podem ocorrer, também, por degradação da muscovita ou por recristalização em sedimentos coloidais; as esmectitas são abundantes (muitas vezes misturadas com ilitas) em solos e em xistos argilosos que resultaram da meteorização de rochas básicas (DEER *et al.*, 1966).

CONCLUSÕES

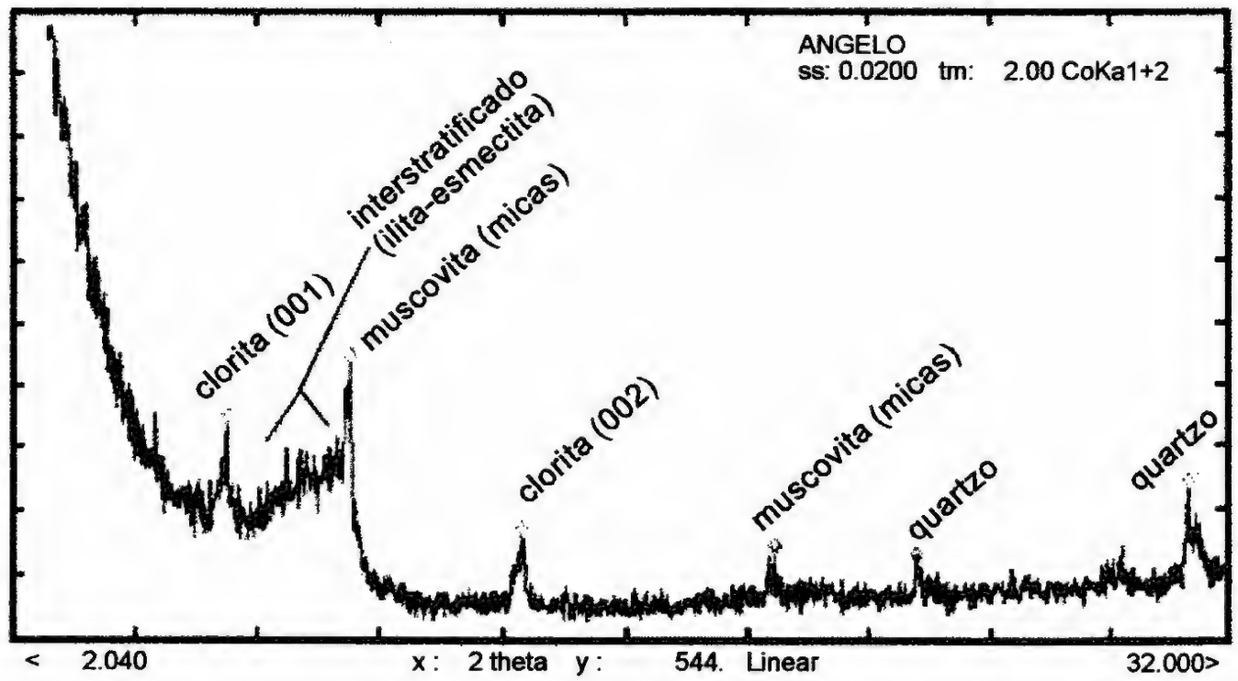
Os resultados das análises difratométricas revelam que a deposição sedimentar foi continental, pela ocorrência de minerais como quartzo, muscovita, clorita, ilita e esmectita. A presença dos gêneros *Mawsonia* e *Lepidotes*, muito comuns em ambientes lacustres, e os resultados de isótopos de oxigênio e de biomarcadores indicam a existência de um paleolago com características meso-halinas (5‰ a 18‰), pelo menos nos locais de ocorrência de *Cypridea africana*. Provavelmente, as populações desta espécie, por suas características meso-halinas, estavam distribuídas em pontos onde havia um significativo afluxo de águas continentais, ou seja, em locais onde a salinidade era mais baixa. Pode-se inferir também, a partir dos resultados das análises efetuadas, que a escassa circulação ocasionava a estratificação da água e o surgimento de zonas disóxicas pela acumulação de matéria orgânica. A interface água doce-salgada propicia um excelente local para a precipitação, ou floculação, de partículas orgânicas e inorgânicas (GOLDMAN & HORNE, 1983). Sob condições de escassez de oxigênio, a atividade das bactérias aeróbicas cessa e a degradação da matéria orgânica limita-se à ação das bactérias anaeróbicas, menos eficientes (FARRIMOND & EGLINTON, 1990). Segundo ALLISON (1990), na maioria dos depósitos de lama, a anoxia normalmente ocorre quando o volume de carbono orgânico excede 5%. Estratificação em bacias pode ser ocasionada pelo afluxo de águas salinas, densas e pobres em oxigênio, ou pelo aporte de águas doces, de densidade mais baixa (FARRIMOND & EGLINTON, 1990). O afluxo de águas continentais, transportando minerais das rochas, a precipitação atmosférica e o equilíbrio entre a evaporação e a precipitação são fatores determinantes da salinidade nas águas continentais (WETZEL, 1981). A estratificação das águas e o acúmulo de matéria orgânica no sedimento são potencialmente causadores de mortandades, que podem ocorrer se algum fenômeno provocar uma ressurgência e esta zona anóxica do fundo atingir toda a coluna d'água. É provável que acontecimentos dessa natureza tenham causado eventos de morte catastrófica dos peixes.

AGRADECIMENTOS

À Dra. Martha Richter (Universidade Federal do Rio de Janeiro), pelo qualificado e expressivo volume de



1. Amostra G-Angelo



2. Amostra Angelo

Fig.2- Resultado da análise de difratometria de raios X em duas amostras do mesmo bloco de folhelhos fossilíferos da Pedreira Atol.

informações que viabilizaram a realização deste trabalho; aos Doutores Eugenio Vaz dos Santos e Luiz Antônio Trindade (Centro de Pesquisa da Petrobras), pela obtenção e interpretação dos dados sobre os biomarcadores; a Renato Figueira da Silva (Universidade Federal do Rio de Janeiro), pela difratometria de raios X; ao Dr. Torsten W. Vennemann (Universität Tübingen), pela análise isotópica de oxigênio estável; ao Dr. Dermeval Aparecido do Carmo (Universidade de Brasília), pela identificação dos ostracodes; e à pesquisadora Marise S. S. de Carvalho, ao Dr. Paulo Brito (Departamento Nacional de Pesquisa Mineral) e à Dra. Valéria Gallo da Silva (Universidade Estadual do Rio de Janeiro), por suas valiosas contribuições referentes à paleoictiofauna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLISON, P.A., 1990 – Decay process. In: BRIGGS, D.E.G. & CROWTHER, P.R. (Eds.). **Palaeobiology**: a synthesis. Oxford: Blackwell Scientific Publ. p.213-216.

BENSON, R., 1961 – Ecology of ostracode assemblages. In: MOORE, R.C. (Ed.). **Treatise on Invertebrate Paleontology**. Lawrence: Geol. Soc. Am. & Univ. of Kansas Press. Parte Q (Arthropoda 3), p.Q56-Q63.

CARVALHO, M.S.S. & MAISEY, J., 1999 – Ocorrências de peixes celacantídeos no Cretáceo Inferior da bacia do Parnaíba, Estado do Maranhão, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16., Crato. **Resumos...,** Crato: Universidade Regional do Cariri, p.35.

DEER, W.A.; HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. 1966 – **Minerais constituintes das rochas**: uma introdução. Lisboa: Calouste Gulbenkian. 558P.

DO CARMO, D.A., 1998 – **Taxonomia, Paleoecologia e distribuição estratigráfica dos ostracodes da Formação Alagamar (Cretáceo Inferior), Bacia Potiguar, Brasil**. Porto Alegre. 156p. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FARRIMOND, P. & EGLINTON, G., 1990 – The record of organic components and the nature of source rocks. In: BRIGGS, D.E.G. & CROWTHER, P.R. (Eds.). **Palaeobiology**: a synthesis. Oxford: Blackwell Scientific Publ. p.217-222.

GALLO-DA-SILVA, V., 1998 – **Revisão das espécies do gênero *Lepidotes* Agassiz, 1832 (Actinopterygii, Semionotiformes) do Mesozóico do Brasil, com comentários sobre as relações filogenéticas da Família Semionotidae**. São Paulo. 2v. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências/ Universidade de São Paulo.

GOLDMAN, C.R. & HORNE, A.J., 1983 – **Limnology**. New York: McGraw-Hill. 464p.

JORDAN, D.S., 1910 – Description of a collection of fossil fishes from the bituminous shales at Riacho Doce, State of Alagoas, Brazil. **Annals Carnegie Museum**, Pittsburgh, **7**(1):23-34.

KOLODNY, Y. & LUZ, B., 1991 – Oxygen isotopes in phosphates of fossil fish - Devonian to Recent. In: TAYLOR JUNIOR, H.P.; O'NEIL, J.R. &KAPLAN, I.R. (Eds.). **Stable Isotope Geochemistry:** A Tribute to Samuel Epstein. San Antonio: The Geochemical Society. p. 105 -119 (Special Publication n.3).

MACINTYRE, F., 1971 – Why the sea is salt. In: OCEANOGRAPHY.San Francisco: W.H. Freeman. p.110-121. **(Readings from Scientific American)**.

MAFFIZZONI, A.F., 2000 – **Paleoictiofauna da Formação Coqueiro Seco, Aptiano inferior do Estado de Alagoas, Nordeste do Brasil**. Porto Alegre. 149 p. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MALABARBA, M.C. & GARCIA, A.J.V., 1990 – Peixes (Semionotidae e Hybodontidae) do Jurássico e Cretáceo da Bacia Sergipe-Alagoas, Brasil. **Paula-Coutiana**, Porto Alegre (4):61-77.

REGALI, M.S.P. & SANTOS, P.R.S., 1999 – Palinoestratigrafia e geocronologia dos sedimentos albo-aptianos das Bacias de Sergipe e de Alagoas - Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., Serra Negra. **Boletim do 5° Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil e 1er Simposio sobre el Cretácico de América del Sur**, Rio Claro: DIAS-BRITO, D.; CASTRO, J.C. & ROHN, R. (Eds.), Universidade Estadual Paulista, p.411-419.

SCHALLER, H., 1969 – Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, **12**(1):21-86.

SILVA-SANTOS, R., 1976 – A paleoictiofáunula da Formação Muribeca. **Resumos dos Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **48**(4):788.

SILVA-SANTOS, R., 1981 – Sobre a ocorrência de uma fáunula de peixes na Formação Riachuelo, Estado de Sergipe. **Resumos dos Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **53**(1):203.

SILVA-SANTOS, R., 1985a – Sobre a presença do *Vinctifer* Jordan (Pisces, Aspidorhynchiformes) na Formação Muribeca, Estado de Alagoas. In: **Coletânea de Trabalhos Paleontológicos**. Brasília: Ministério das Minas e Energia/Departamento nacional da Produção Mineral. p.147-150. (Série Geologia n.27, Seção Paleontologia e Estratigrafia n.2).

SILVA-SANTOS, R., 1985b – A ictiofáunula da Formação Riachuelo, Estado de Sergipe. In: **Coletânea de Trabalhos Paleontológicos**. Brasília: Ministério das Minas e Energia/Departamento nacional da Produção Mineral. p.141-145. (Série Geologia n.27, Seção Paleontologia e Estratigrafia n.2).

SILVA-SANTOS, R. & SALGADO, M.S., 1969 – *Enchodus longipectoralis* (Schaeffer), um Teleostei do Cretáceo de Sergipe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **41**(3):381-392.

WETZEL, R.G., 1981 – **Limnologia**. Barcelona: Ed. Omega. 679p.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.127-130, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

A NEW APPRAISAL OF THE *SUSPENSORIUM* OF ALBULID FISHES [1]

(With 3 figures)

FRANCISCO J. DE FIGUEIREDO [2]
VALÉRIA GALLO [2]
HUGO RICARDO SECIOSO SANTOS [2]

ABSTRACT: The *suspensorium* of albulid fishes is reviewed. The metapterygoid-hyomandibular fenestra is covered by a membrane where part of the *levator arcus palatini* muscle attaches. Contrary to claims in the literature, this muscle does not pass through the fenestra nor does it insert in the medial surface of the palate. The function of this fenestra is probably to reduce the pressure on the *suspensorium* during feeding. Based on data presented herein and other unpublished observations on both fossil and extant albuloid fishes, it remains clear that a systematic review of this group is needed.

Key words: Albulidae, *suspensorium*, anatomy.

RESUMO: Uma nova avaliação do *suspensorium* de peixes albulídeos.

O *suspensorium* de peixes albulídeos é revisto. A fenestra metapterigóide-hiomandibular é coberta por uma membrana, onde parte do músculo *levator arcus palatini* é fixada. Ao contrário dos dados de literatura, não ocorre a passagem deste músculo através da fenestra, nem sua fixação sobre a face medial do palato. A função desta fenestra provavelmente está relacionada com a redução da pressão sobre o *suspensorium* durante a alimentação. Com base nas informações aqui obtidas e outras inéditas sobre albulóides fósseis e recentes, fica evidente a necessidade de uma revisão sistemática do grupo.

Palavras-chave: Albulidae, *suspensorium*, anatomia.

INTRODUCTION

The family Albulidae is a monophyletic assemblage within Elopomorpha known from Late Cretaceous to Recent. It comprises the genera *Albula*, †*Lebonichthys*, †*Deltaichthys*, and a new genus and species (GALLO & FIGUEIREDO, in press) from the Pernambuco-Paraíba Basin, Northeastern Brazil. The monophyly of this group is supported by the presence of a crushing dentition on the parasphenoid; edentulous basihyal and maxilla; posterior circumorbital bones large and covering the cheek plates; and lateral ethmoid sutured to wide parasphenoid (FIELITZ & BARDACK, 1992).

According to FOREY *et al.* (1996), albuloids, represented by *Albula* and *Pterothrissus*, form a clade supported by three synapomorphies: presence of subepiotic fossa; ectopterygoid bearing a dorsal process; and presence of a metapterygoid-hyomandibular fenestra allowing deep portions of the *levator arcus palatini* muscle to pass through and insert onto the medial surface of palate. Since we have questioned this latter feature, we examined some specimens of *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) and propose here a re-appraisal of the *suspensorium* and associated muscles of albulid fishes.

MATERIAL AND METHODS

The fossil material used in this study comprises †*Lebonichthys*, †*Deltaichthys*, and a new albulid from the Pernambuco-Paraíba Basin. Regarding the two former taxa, we have mainly used literature information (FOREY, 1973; FIELITZ & BARDACK, 1992). The new taxon belongs to the Paleovertebrate Collection of the Museu Nacional - Rio de Janeiro (MN 4571-V and MN 4572-V).

The extant specimens of Elopomorpha examined belong to the Anatomical and Ichthyological collections of Osteichthyes of the Departamento de Biologia Animal e Vegetal of Universidade do Estado do Rio de Janeiro (under the institutional abbreviations A.O.DBAV.UERJ and O.DBAV.UERJ, respectively). These include *Albula vulpes* (A.O.DBAV.UERJ 0016 and A.O.DBAV.UERJ 0043), and *Elops saurus* (Linnaeus, 1766) (A.O.DBAV.UERJ 0025). In order to examine the *suspensorium* musculature, we dissected some specimens of *A. vulpes* (O.DBAV.UERJ 1653) from Rio de Janeiro, Brazil; and *Pterothrissus gissu* (Hilgendorf, 1877) (O.DBAV.UERJ 1891 and O.DBAV.UERJ 1892) from Honshu, Japan. The dissection procedure follows WEITZMAN (1974) and the myologic nomenclature

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.
[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Departamento de Biologia Animal e Vegetal. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

follows WINTERBOTTOM (1974) and GREENWOOD (1977). Osteological terms follow FOREY (1973), TAVERNE (1974), and ARRATIA (1997).

ANATOMICAL DESCRIPTION

In most of the albulids, the *suspensorium* is projected forwards and tightly joins the aliform lateral process of the parasphenoid. It includes a stout and almost vertically oriented hyomandibula (Fig.1, HM) which is tightly sutured to a large metapterygoid (Fig.1, MPT), except for a large fenestra between them (Fig.1, mpt-hm f.). A long and laminar sympletic (Fig.1, SYM) is lodged into a notch on the surface of the quadrate (Fig.1, QU). The ventral process of the quadrate (Fig.1, qu.pv.pr.) is straight and very elongate accompanying all the extension of the horizontal arm of the preopercle. The ectopterygoid (Fig.1, ECPT) is an arched and laminate bone with a prominent process on its posterodorsal corner (as pointed out by FOREY *et al.*, 1996), herein named ectopterygoid posterior process (Fig.1, ecpt.p.pr.). It is anteriorly limited by a spatulate palatine (Fig.1, PAL) and medially by a dentigerous endopterygoid (Fig.1, ENPT).

Considering the cheek muscles associated with the *suspensorium*, we took into account three components: *adductor mandibulae* complex, *dilatator operculi*, and *levator arcus palatini*.

The *adductor mandibulae* (Fig.2a, *AM*) complex originates from the anterior border of the preopercle and covers the hyomandibula, metapterygoid, sympletic, and quadrate. Its fibres overlap great part of the *levator arcus palatini* (Fig.2a, *LAP*), running forwards to insert onto an outer fossa in the anguloretroarticular. The tendon of the adductor mandibulae 1β (*sensu* GREENWOOD, 1977) (Fig.2a, tA1β) runs through the outer surface of the ectopterygoid and inserts onto the maxilla.

The *dilatator operculi* is hidden by the uppermost fibres of the *levator arcus palatini,* being separated from each other by a marked *fascia.* It originates from the floor of the deep *dilatator fossa* which is greatly filled by mucus. Its fibres run backwards to insert onto the anterodorsal corner of the opercle near the articular facet for the hyomandibula.

The fan-shaped *levator arcus palatini* (Fig.2b, *LAP*) is an undivisible muscle mass, which originates from the posterior border of the autosphenotic spine. Its fibres run obliquely backwards and downwards covering the outer surface of the hyomandibula. This muscle extends along the dorso-lateral lamina of metapterygoid reaching the suture with the endopterygoid, covering (but not passing through) the metapterygoid-hyomandibular fenestra. The endopterygoid has a deep fossa on the dorsal surface completely devoid of musculature.

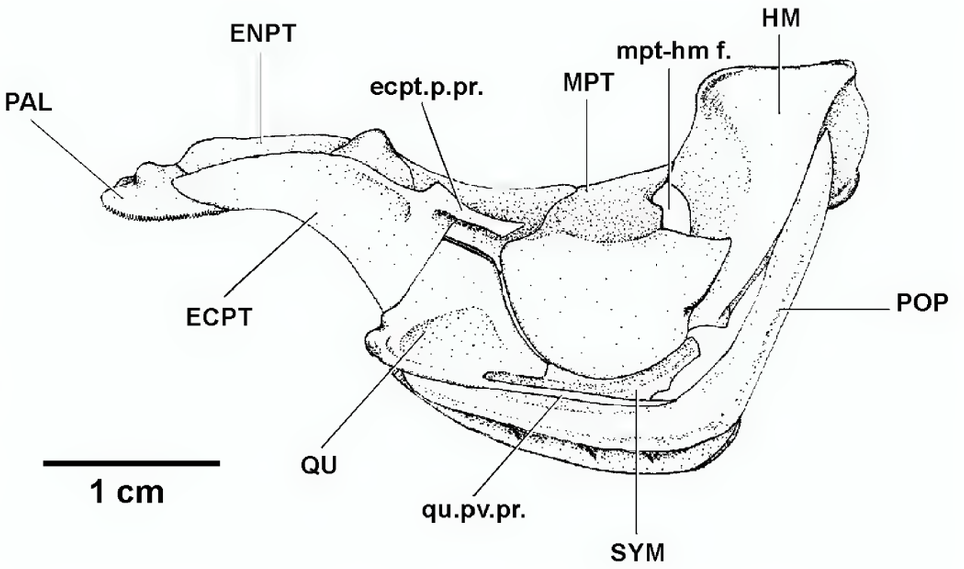


Fig.1- *Suspensorium* of *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) in left lateral view; (ECPT) ectopterygoid; (ecpt.p.pr.) ectopterygoid posterior process; (ENPT) endopterygoid; (HM) hyomandibula; (MPT) metapterygoid; (mpt-hm f.) metapterygoid-hyomandibular fenestra; (PAL) palatine; (POP) preopercle; (QU) quadrate; (qu.pv.pr.) quadrate posteroventral process; (SYM) sympletic.

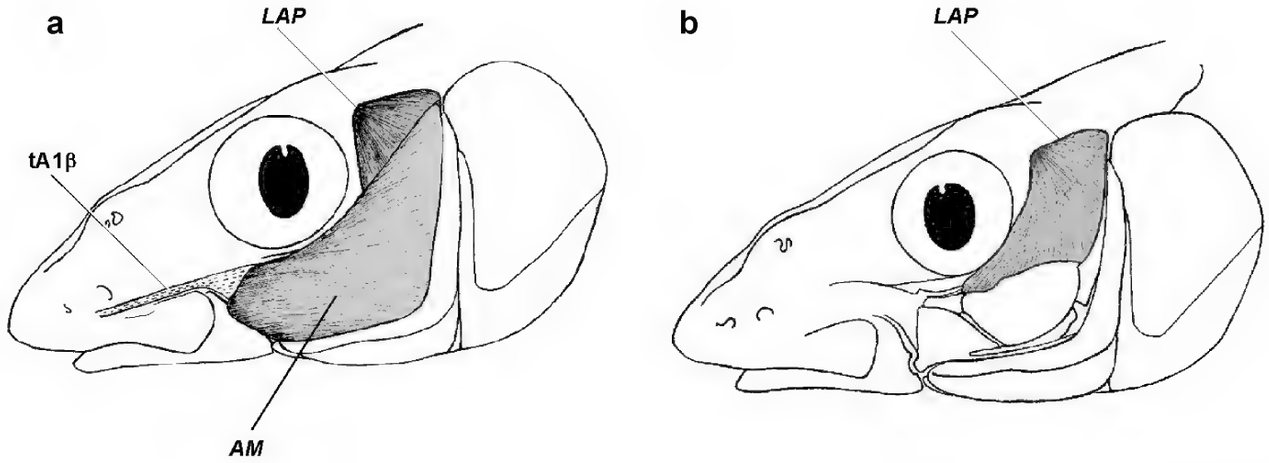


Fig.2- *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758): (a) cheek muscles associated with the *suspensorium*; (b) *levator arcus palatine* on the *suspensorium*; (*AM*) *adductor mandibulae*; (*LAP*) *levator arcus palatini*; (tA1β) tendon of *adductor mandibulae* 1β.

DISCUSSION AND CONCLUSION

The relevance of myological features in the phylogeny of elopomorph fishes was pointed out by GREENWOOD (1977). Recently, data on muscles have been included in studies supporting the monophyly of some groups within Elopomorpha (FOREY *et al.*, 1996).

The meaning of the metapterygoid-hyomandibular fenestra in albuloids has been misunderstood by certain authors (*e.g.* FIELITZ & BARDACK, 1992; FOREY *et al.*, 1996). According to them, deep portions of the *levator arcus palatini* muscle pass through this fenestra and insert onto the medial surface of palate. We verified that in *Albula* and *Pterothrissus* there is a tenuous oval membrane (metapterygoid-hyomandibular membrane, Fig.3) covering the fenestra, but muscles or nerves definitively do not cross it.

This membrane permits the anchorage of the *levator arcus palatini* which contributes to the lateral expansion of the *suspensorium*. In this context, the metapterygoid-hyomandibular fenestra could reduce the pressure on the *suspensorium* during feeding on hard-bodied invertebrates. In fact, the majority of albulids possesses a durofagous feeding habit compatible with its crushing dentition.

This new look at the morphology of the *suspensorium* lead us to discard one of the three synapomorphies supporting the *Albula* plus *Pterothrissus* clade proposed by FOREY *et al.* (1996). A re-appraisal of albuloid relationships is therefore in need.

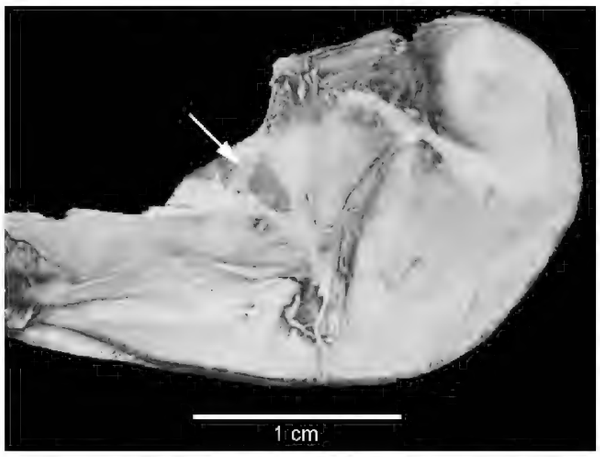


Fig.3- *Suspensorium* of *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758), in internal view. Arrow indicates the metapterygoid-hyomandibular membrane.

ACKNOWLEDGMENTS

We are indebted to Gento Shinohara, National Science Museum (Natural History) of Japan; Christopher Fielitz, American Museum of Natural History; Mauro J. Cavalcanti, Museu Nacional - Rio de Janeiro, and three anonymous reviewers. This research was supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)/ PROCIÊNCIA, and Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

LITERATURE CITED

ARRATIA, G., 1997 – Basal teleosts and teleostean phylogeny. **Palaeo Ichthyologica**, München, **7**:5-168.

FIELITZ, C. & BARDACK, D., 1992 – *Deltaichthys albuloides*, a new and unusually preserved albulid (Teleostei) probably from the Cretaceous of Texas. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **12**(2):133-141.

FOREY, P.L., 1973 – A revision of the elopiform fishes, fossil and recent. **Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology, Supplement,** London, **10**:1-222.

FOREY, P.L.; LITTLEWOOD, D.T.J.; RITCHIE, P. & MEYER, V., 1996 – Interrelationships of Elopomorph fishes. In: STIASSNY, M.L.J.; PARENTI, L.R. & DAVID JOHNSON, G. (Eds.) **Interrelationships of fishes**. San Diego: Academic Press. p.175-191.

GALLO, V. & FIGUEIREDO, F.J., (submitted) – A new albulid fish (Teleostei: Elopomorpha) from the Paleocene of the Pernambuco-Paraíba Basin, Northeastern Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **22**(4).

GREENWOOD, P.H., 1977 – Notes on the anatomy and classification of elopomorph fishes. **Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology**, London, **32**(4):65-102.

TAVERNE, L., 1974 – L'ostéologie d'*Elops* Linné, C., 1766 (Pisces Elopiformes) et son intérêt phylogénétique. **Mémoires de la Classe des Sciences de l'Académie Royale de Belgique Collection in-VIII**, Bruxelles, Série II, **41**(2):1-96.

WEITZMAN, S.H., 1974 – Osteology and evolutionary relationships of the Sternoptychidae, with a new classification of stomiatoid families. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **153**:327-478.

WINTERBOTTOM, R., 1974 – A descriptive synonymy of the striated muscles of the Teleostei. **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, **125**(12):225-317.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.131-136, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

MORPHOLOGICAL INTEGRATION IN THE SKULL OF *DISCOSAURISCUS AUSTRIACUS* (MAKOWSKY, 1876) (BATRACHOSAURIA, SEYMOURIAMORPHA) FROM THE LOWER PERMIAN OF CENTRAL EUROPE [1]

(With 3 figures)

MAURO J. CAVALCANTI [2]

ABSTRACT: Two models of morphological integration (static allometry and geometric orientation) in the skull of the amphibian *Discosauriscus austriacus* were compared by means of maximum-likelihood factor analysis, performed on the correlation matrix among 14 morphometric variables measured in the skulls of 70 specimens of *D. austriacus* from the Boskovice Furrow site (Lower Permian of Czech Republic). The ordination of the correlation matrix depicted two groups of variables with common variation patterns, comprising the variables included in the geometric orientation model and corresponding to different zones of morphological integration in the skull. The fit of the static allometry model was not acceptable, suggesting the influence of other factors besides the overall size on cranial growth in *D. austriacus*. The fit of the models of integration based on geometric orientation (skull width x skull length) was statistically acceptable for skull width only, suggesting the action of distinct morphogenetic fields in the determination of patterns of cranial morphological integration patterns in this species.

Key words: multivariate morphometrics, factor analysis, integration models, Discosauriscidae, Amphibia.

RESUMO: Integração morfológica no crânio de *Discosauriscus austriacus* (Makowsky, 1876) (Batrachosauria, Seymouriamorpha) do Permiano Inferior da Europa Central.

Dois modelos de integração morfológica (alometria estática e orientação geométrica) no crânio do anfíbio *Discosauriscus austriacus* foram comparados mediante a análise fatorial confirmatória pelo método de máxima verossimilhança, efetuada sobre a matriz de correlação entre 14 variáveis morfométricas tomadas em crânios de 70 espécimes de *D. austriacus* obtidos do sítio de Boskovice Furrow (Permiano Inferior da República Checa). A ordenação da matriz de correlação revelou dois grupos de variáveis com padrões de variação comuns, compreendendo as variáveis incluídas no modelo de orientação geométrica e correspondendo a diferentes zonas de integração morfológica no crânio. O ajuste do modelo de alometria estática não foi adequado, indicando a influência de outros fatores além do tamanho geral sobre o crescimento craniano de *D. austriacus*. O ajuste dos modelos de integração baseados na orientação geométrica (largura x comprimento do crânio) foi estatisticamente adequado apenas para a largura do crânio, sugerindo a ação de campos morfogenéticos distintos na determinação dos padrões de integração morfológica craniana nesta espécie.

Palavras-chave: morfometria multivariada, análise fatorial, modelos de integração, Discosauriscidae, Amphibia.

INTRODUCTION

It has long been known that the vertebrate skull is not a compact, homogeneous structure throughout the developmental process of an organism. OLSON & MILLER (1958) coined the term "morphological integration" to describe the interdependence and coordination among the different morphological parts of an organism during development. According to these authors, levels of morphological integration could be recognized by the patterns of statistical correlations among morphometric variables, with highly correlated morphological structures representing true integrated and biologically functional groups.

Studies of morphological integration have been carried out in several groups of recent vertebrates, especially mammals and reptiles, using multivariate statistical techniques (GOULD & GARWOOD, 1969; DODSON, 1975; ZELDITCH, 1987, 1988; ZELDITCH & CARMICHAEL, 1989; ROTH, 1996; MONTEIRO, 1997). However, very few investigations of morphological integration have been carried out in fossil groups (OLSON & MILLER, 1958;

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.

[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
Fellow of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).
E-mail: maurobio@acd.ufrj.br.

GOULD, 1967), mainly because of the relative difficulty of obtaining less pressure-deformed material and sample sizes large enough to allow exact measurements and meaningful statistical analyses of the data.

Discosauriscus austriacus (Makowsky, 1876) is an amphibian of the Lower Permian of Central Europe (France, Germany, and Czech Republic) and the Upper Permian of Russia. According to CARROLL (1988), the discosauriscids are known only from larval or neotenic forms. Using the multivariate statistical technique of principal components analysis, KLEMBARA & JANIGA (1993) found that the length of skull increases during growth in *D. austriacus* at a greater relative rate than the skull width, suggesting the existence of integrated morphological complexes in the skull of this species.

In the present study, confirmatory factor analysis (NEFF & MARCUS, 1980; ZELDITCH, 1987; MORRISON, 1990) was used to investigate the levels of integration among cranial quantitative variables in *D. austriacus*, in an attempt to contribute to the understanding of morphological developmental patterns in this species.

MATERIAL AND METHODS

The original data from KLEMBARA & JANIGA (1993), consisting of 14 morphometric variables (Tab.1) measured in the skulls of 70 specimens of *D. austriacus* from the Boskovice Furrow site in Moravia (Lower Permian of Czech Republic), were used for the analysis.

Maximum-likelihood confirmatory factor analysis (NEFF & MARCUS, 1980; MORRISON, 1990) was performed on the correlation matrix computed among the 14 morphometric variables. This analysis was employed to search for patterns of variation in the skulls of *D. austriacus* that could define complexes of interrelated variables, by testing different models (hypotheses) of morphological integration (ZELDITCH, 1987). Two models of integration were evaluated: a simple growth (static allometry) model and a complex factor (geometric orientation) model (Figs.1, 2). These models specify the latent variables (factors) and their influence on observed variables (morphometric variables). The fit of each model was evaluated by means of a x^2 test, with a nonsignificant value implying an acceptable fit of the model to the observed data, at the fixed significance level. A stringent significance level ($\alpha < 0.001$) was used to avoid adopting unnecessarily complex models (ZELDITCH, 1987).

The static allometry model asserts that the only factor of integration is the common tendency of all measures to increase during growth. The geometric orientation model, in turn, predicts the existence of highly integrated functional groups among morphometric variables sharing a common geometric orientation; according to this model, the length and width measures would form discrete integrated units with different growth patterns along development (ZELDITCH, 1987).

In factor analysis, it is usual practice to rotate (by several criteria) the factor axes after an initial solution is reached, in order to maximize the factor correlations with the most important variables in their composition and obtaining a final solution that shows "simple structure". In this study, factors with associated eigenvalues larger than unity were extracted for each model and rotated to simple structure by the Varimax method (NEFF & MARCUS, 1980; MORRISON, 1990).

TABLE 1
Morphometric variables measured on the skull of each specimen of *Discosauriscus austriacus*

Variable	Description
V1	Parietal foramen-postparietal
V2	Width of skull table at mid-supra temporal
V3	Length of parietal
V4	Width of parietals
V5	Length of frontal
V6	Length of nasal
V7	Width of nasal
V8	Connecting line of lateral tips of prefrontals
V9	Interorbital width●
V10	Connecting line of level 9■ - nasal
V11	Connecting line of orbit▲ - postparietal
V12	Length of postparietal
V13	Connecting line of lateral tips of postfrontals
V14	Squamosum◆

(●) interorbital width is measured at level of contact of prefrontal with postfrontal; (■) this connecting line is measured from level at which interorbital was measured; (▲) orbit is measured from its anterior margin; (◆) connecting line between posteromedial and posterolateral tips of squamosum.

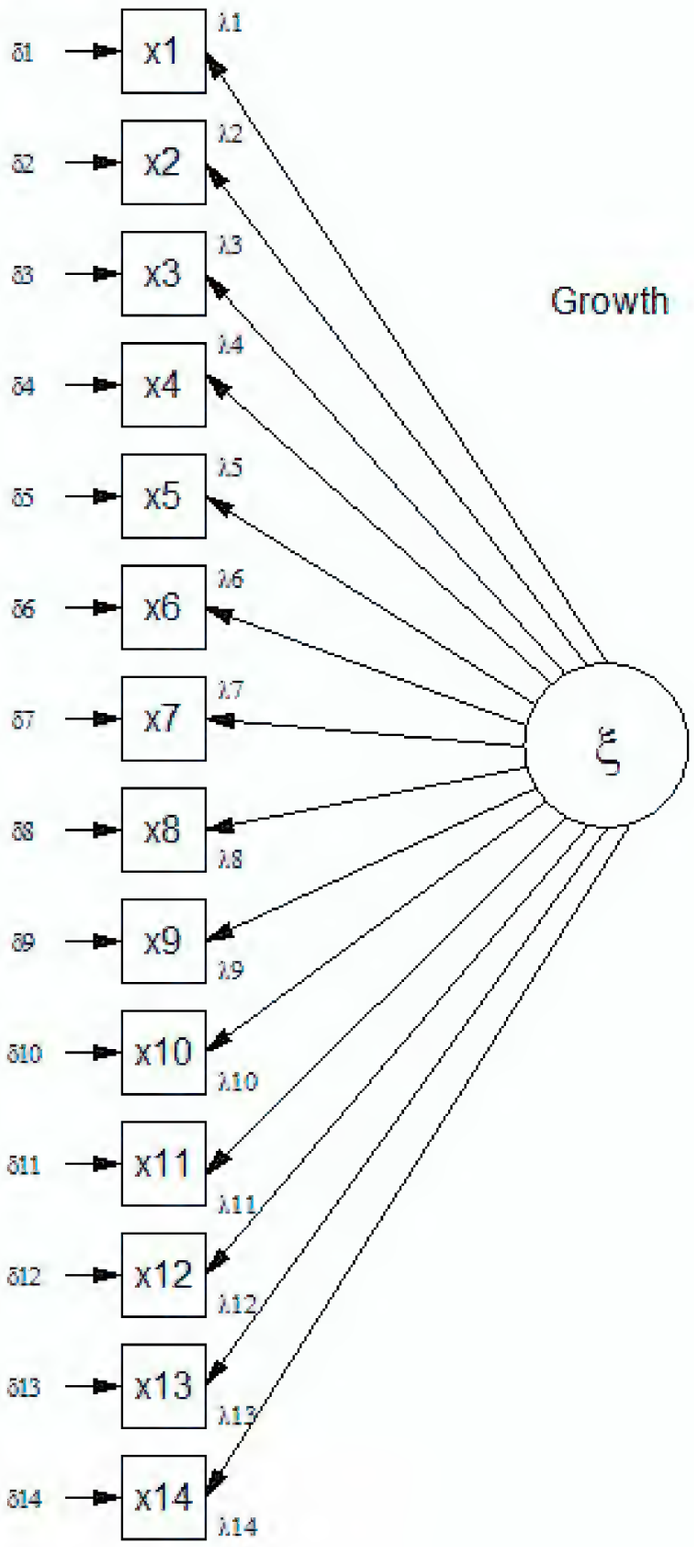


Fig.1- Path diagram for the static allometry model. Squares represent the observed morphometric variables, latent variables (factors) are enclosed in a circle, and arrows represent the direction of the causal influence.

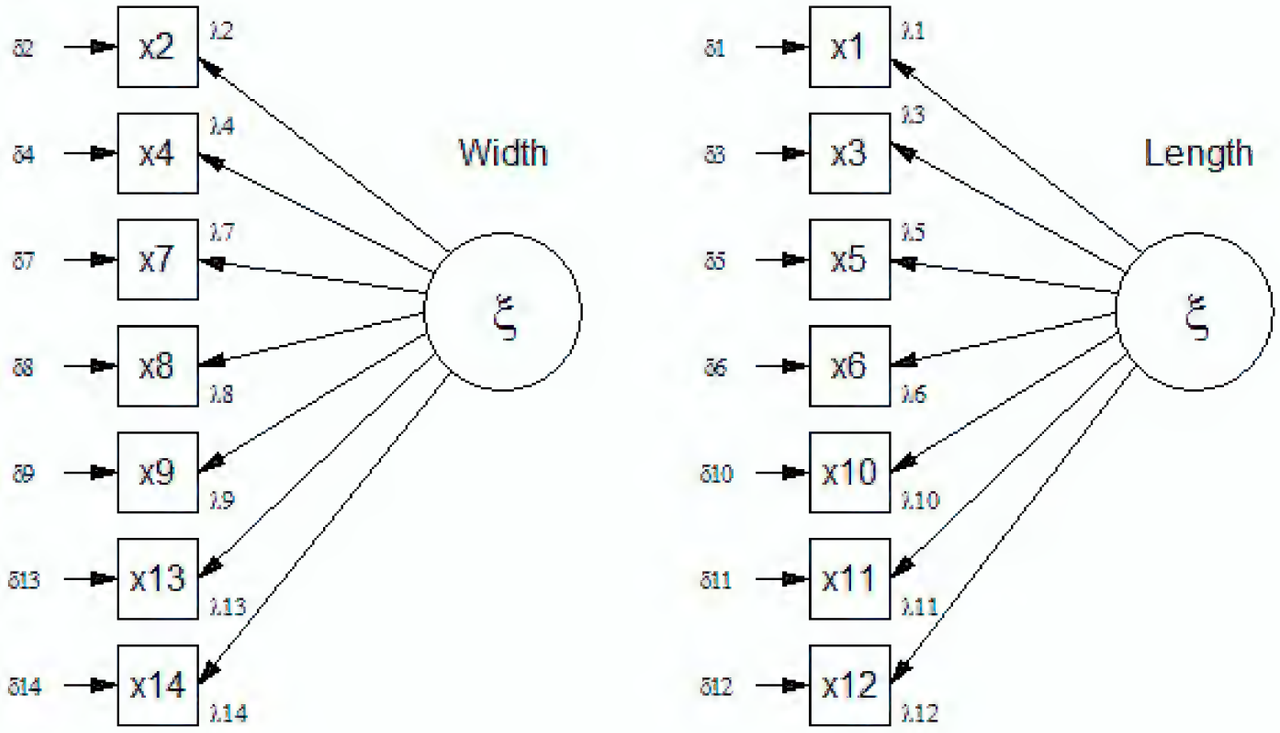


Fig.2- Path diagrams for the geometric orientation model. Squares represent the observed morphometric variables, latent variables (factors) are enclosed in circles, and arrows represent the direction of the causal influence.

All computations were performed with an IBM-PC compatible microcomputer using the STATISTICA package, version 4.3 (STATSOFT, 1993).

RESULTS AND DISCUSSION

The ordination of the correlation matrix among variables depicted two groups of morphometric variables sharing common variation patterns (Fig.3). Each group comprised the variables included in the two models of geometric orientation, corresponding to different zones of morphological integration in the skull of *D. austriacus*.

The fit of the static allometry model (that accounted for about 74.1% of the total variation) was not statistically acceptable, suggesting the influence of factors other than general size on the covariation of skull variables in *D. austriacus*. The fit of models of integration based on geometric orientation (skull width and length, that accounted for 75.7% and 68.8% of the total variation, respectively) was acceptable

TABLE 2

Goodness-of-fit test of the static allometry and geometric orientation (width and length) models of integration

Model	%	x^2	df	P
Static allometry	74.1	174.97	76	0.000000
Width	75.7	31.71	14	0.004414
Length	68.8	70.47	14	0.000000

The null hypothesis is that all off-diagonal elements in the residual correlation matrix are equal to 0 (df=degrees of freedom).

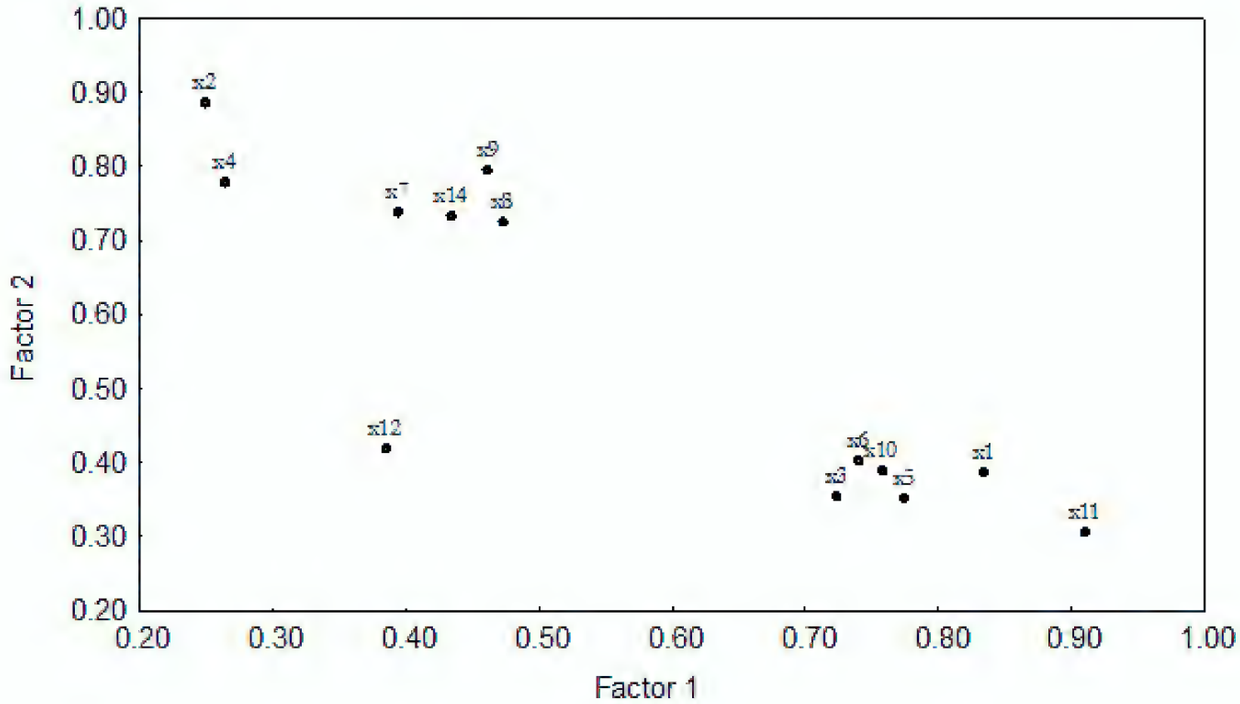


Fig.3- Projection of the 14 morphometric variables on the reduced space of the two Varimax-rotated factors extracted from the correlation matrix among variables. Variable 13 is overlapped by variable 14 and is not displayed.

for skull width only (Tab.2). While all evaluated models accounted for an appreciable proportion of morphological integration in the skull of *D. austriacus*, their relative lack of fit to the structure of the correlation matrix among variables suggests that the original matrix presents a more complex covariation structure than that accounted for by any of the proposed models.

These results are consistent with the existence of integrated complexes of morphological variables in the skull of *D. austriacus* and provide additional support for the findings of KLEMBARA & JANIGA (1993) with respect to the differential rates of cranial growth, suggesting the action of distinct morphogenetic fields in the determination of patterns of cranial morphological integration in this species. Nonetheless, a better understanding of these patterns will have to await for a detailed study, employing more complex integration models based on the cranial development of the Amphibia and including a larger number of latent variables.

ACKNOWLEDGMENTS

For useful comments and suggestions I thank Leandro R. Monteiro (Universidade Estadual do Norte Fluminense) and Valéria Gallo da Silva (Universidade do Estado do Rio de Janeiro).

LITERATURE CITED

CARROLL, R.L., 1988 – **Vertebrate Paleontology and Evolution**. New York: Freeman. 698p., il.

DODSON, P., 1975 – Functional and ecological significance of relative growth in *Alligator*. **Journal of Zoology**, London, **175**:315-355.

GOULD, S.J., 1967 – Evolutionary patterns in pelycosaurian reptiles: a factor-analytic study. **Evolution**, Lawrence, **21**:385-401.

GOULD, S.J. & GARWOOD, R.A., 1969 – Levels of integration in mammalian dentitions: an analysis of correlations in *Nesophontes micrus* (Insectivora) and *Oryzomys couesi* (Rodentia). **Evolution**, Lawrence, **23**:276-300.

KLEMBARA, J. & JANIGA, M., 1993 – Variation in *Discosauriscus austriacus* (Makowsky, 1876) from the Lower Permian of the Boskovice Furrow (Czech Republic). **Zoological Journal of the Linnean Society**, London, **108**:247-270.

MONTEIRO, L.R., 1997 – Allometric growth and functional integration in the skull of the black caiman *Melanosuchus niger* (Crocodylia: Alligatoridae). A

jackknife approach. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **57**:31-37.

MORRISON, D.F., 1990 – **Multivariate Statistical Methods**. New York: McGraw-Hill. 495p., il.

NEFF, N.A. & MARCUS, L.F., 1980 – **A Survey of Multivariate Methods for Systematics**. New York: Privately published. 243p.

OLSON, E.C. & MILLER, R.L., 1958 – **Morphological Integration**. Chicago: University of Chicago Press. 317p., il.

ROTH, V.L., 1996 – Cranial integration in the Sciuridae. **Amer. Zool.**, Lawrence, **36**:14-23.

STATSOFT, 1993 – **STATISTICA/w User's Guide**. Tulsa: StatSoft, Inc.

ZELDITCH, M.L., 1987 – Evaluating models of developmental integration in the laboratory rat using confirmatory factor analysis. **Systematic Zoology**, Washington, **36**:368-380.

ZELDITCH, M.L., 1988 – Ontogenetic variation in patterns of phenotypic integration in the laboratory rat. **Evolution**, Lawrence, **42**:28-41.

ZELDITCH, M.L. & CARMICHAEL, C., 1989 – Ontogenetic variation in patterns of developmental and functional integration in skulls of *Sigmodon fulviventer*. **Evolution**, Lawrence, **43**:814-824.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.137-142, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

CONSIDERAÇÕES E PROBLEMAS EM EVOLUÇÃO E ANÁLISE FILOGENÉTICA DE MESOSSAUROS (MESOSAURIDAE, PROGANOSAURIA)[1]

(Com 6 figuras)

LEONARDO DE PALMA MARCONATO[2]
REINALDO J. BERTINI[3]

RESUMO: Objetiva-se comentar e discutir a problemática encontrada no estudo da evolução dos répteis mesossauros, e outros táxons filogeneticamente relacionados.

Um dos maiores problemas apontados no estudo de répteis primitivos é a dificuldade de se destacar sinapomorfias. Isso poderia ser explicado, em parte, pela radiação adaptativa vivenciada por estes amniotas, em tempos permianos.

A aplicação da sistemática cladística ao estabelecimento de relações entre amniotas primitivos demonstra diversos problemas. A presença de caracteres derivados pode ser útil no reconhecimento de representantes de grupos particulares, mas diz pouco a respeito da relação entre eles. No caso dos primeiros répteis, é evidente que as adaptações para diferentes hábitos alimentares e a ocupação de distintos ambientes levaram a soluções morfológicas singulares, tornando a comparação difícil.

Palavras-chave: Mesosauridae, Evolução, Filogenia, Cladística, Permiano.

ABSTRACT: Considerations and problems in evolution and phylogenetic analysis of mesosaurs (Mesosauridae, Proganosauria).

A contribution to the debate on the evolution of problematic amniote taxa is presented.

The evolutionary history of Permian reptiles is not well known, especially of the Gondwanan mesosaurs, which is the main subject of this paper. Some controversial characters are discussed.

This effort represents an early stage of a cladistic analysis of mesosaurs and other primitive related reptiles.

Key words: Mesosauridae, Evolution, Phylogeny, Cladistics, Permian.

INTRODUÇÃO

Os mesossauros (Ordem Proganosauria, Família Mesosauridae), objetos de estudo desta investigação, figuram na prática como os únicos tetrápodos – recentemente foram descobertos restos de répteis não-mesossaurianos em sedimentos transicionais, entre as formações Irati e Corumbataí, que estão sob estudo – encontrados no Permiano Inferior do Gondwana, nas bacias Karoo (sul da África) e Paraná (leste/sudeste da América do Sul).

ARAÚJO (1976) considerou três taxa (Fig.1) válidos (*Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor, 1908, como sinônimo de *Mesosaurus tenuidens* Gervais, 1864; *Stereosternum tumidum* Cope, 1886 e *Brazilosaurus sanpauloensis* Shikama & Ozaki, 1966) e listou uma série de caracteres morfológicos para distingui-los. Esse arranjo foi corroborado matematicamente por LANDIM & PERINOTTO (1981).

Os mesossáuridos eram répteis aquáticos a semi-aquáticos (OELOFSEN & ARAÚJO, 1987; BERTINI, 1989) que apresentavam rosto e pescoço relativamente alongados, característicos de muitos tetrápodos que se tornaram secundariamente aquáticos (CARROLL, 1987). Possuíam membranas interdigitais, usadas na natação (RÖSLER, 1974; RÖSLER & TATIZANA, 1983), costelas engrossadas (exceto *Brazilosaurus*) e membros posteriores avantajados em relação aos anteriores, que funcionavam como remos, características que os tornavam capacitados a explorar o ambiente aquático.

No Brasil, esses répteis são encontrados nos depósitos da Formação Irati, tanto em calcários quanto em folhelhos, desde o Rio Grande do Sul até Goiás e sudeste de Mato Grosso. As ocorrências

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
Apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Proc.98/13746-9.
[2] Universidade Estadual Paulista - Rio Claro, IGCE, Pós-Graduação em Geociências. Av. 24A, 1515, Rio Claro, 13506-900, SP, Brasil. E-mail: ldpm@rc.unesp.br.
[3] Universidade Estadual Paulista - Rio Claro, Núcleo de Evolução e Paleobiologia de Vertebrados. CP 178, Rio Claro, 13506-900, SP, Brasil. E-mail: rbertini@rc.unesp.br.

são inúmeras e podem ser citadas, entre outras, a região de Perolândia/ Portelândia (GO), Rio Claro/ Piracicaba (SP) e São Mateus do Sul (PR), como algumas das localidades fossilíferas que têm provido museus de todo o Brasil, e do exterior, com excelente material.

No corpo de água Irati, onde viviam, encontravam-se dois paleoambientes distintos (OELOFSEN & ARAÚJO, 1987). O primeiro, de águas profundas e estratificadas, onde a porção superior da lâmina de água era habitável, apresentava seres pelágicos, e fundo tóxico que impedia o estabelecimento de fauna bentônica. Está associado aos níveis de folhelhos pirobetuminosos, resultado geológico desse ambiente, em áreas mais profundas da bacia, onde encontramos especialmente *Mesosaurus*.

No segundo ambiente, de águas rasas, foram depositados principalmente calcários. Nesses, encontram-se *Stereosternum*, *Brazilosaurus* (OELOFSEN & ARAÚJO, *op. cit.*) e restos de diferentes crustáceos em abundância.

PROBLEMAS NA ANÁLISE CLADÍSTICA DE RÉPTEIS PRIMITIVOS

Como proposta para tentar esclarecer aspectos sobre evolução e relações dos répteis primitivos, em especial com a abordagem sobre os mesossauros, esta contribuição objetiva comentar e discutir a problemática encontrada em seu estudo.

Com a utilização da metodologia cladística, para investigar a evolução dos mesossauros e grupos aparentados, foram obtidos dois cladogramas mais parcimoniosos, com 171 passos (MARCONATO, 2001; MARCONATO & BERTINI, 2001). Nesta contribuição tenciona-se discutir alguns caracteres problemáticos, além da abordagem envolvida.

Nesse sentido, buscou-se testar afirmações prévias, como, por exemplo, a de que *Brazilosaurus* seria o mesossauro que mais se aproximaria da ancestralidade do grupo e *Mesosaurus* poderia ser o mais derivado (MARCONATO, 1998).

Para a realização dessa análise foram propostos, de

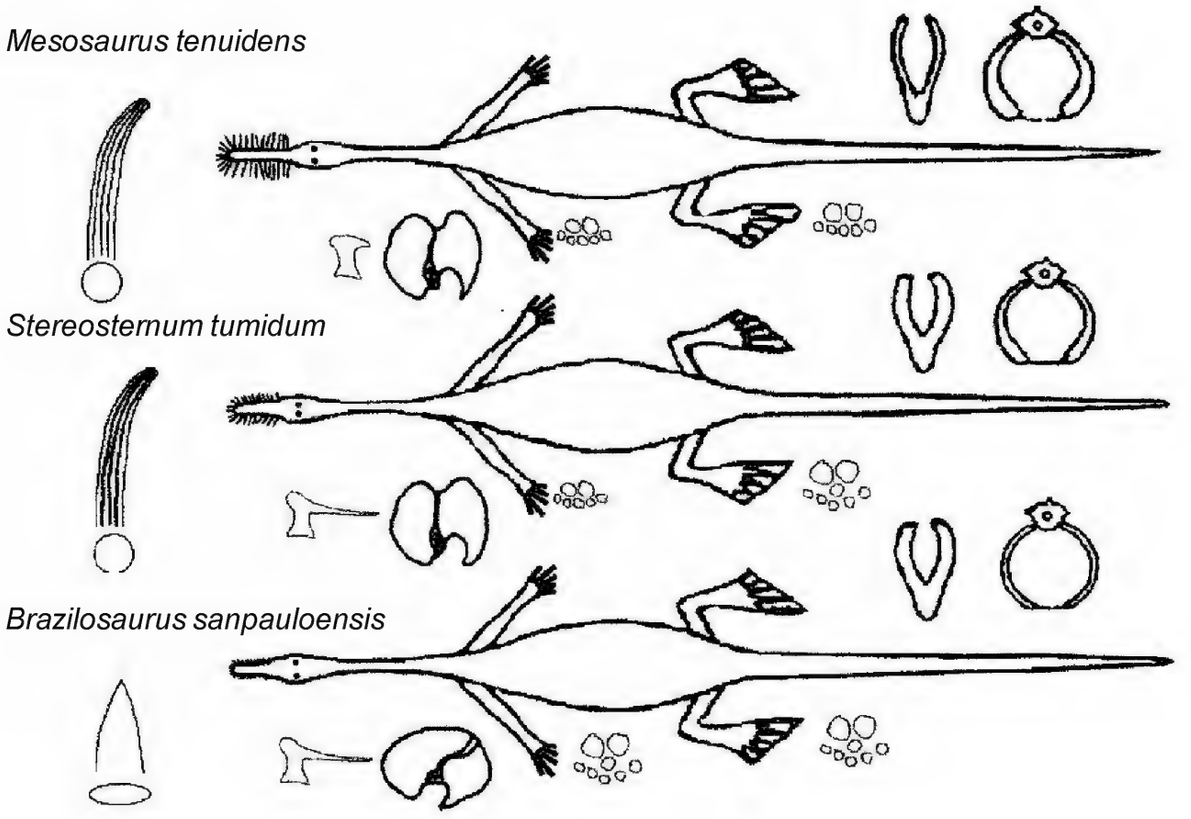


Fig. 1- Esquema representativo dos três gêneros monoespecíficos de mesossauros das bacias Paraná e Karoo (até o momento foram encontrados apenas *Stereosternum* e *Mesosaurus*) (MARCONATO, 2001).

início, os seguintes grupos externos: *Paleothyris* sp. (Carroll, 1969), protorotirido (Neo-Carbonífero); *Captorhinus* sp. (Cope, 1874), captorrinomorfo (Eo-Permiano); *Ophiacodon* sp. (Marsh, 1878), sinápsido (Eo – Neo-Permiano); *Petrolacosaurus* sp. (Reisz, 1977), diápsido (Neo-Carbonífero); *Pachypleurosaurus* sp. (Cornalia, 1854), sauropterígio (Meso-Triássico); *Nothosaurus* sp. (Münster, 1834), sauropterígio derivado (Triássico).

Os protoritiridos representam um grupo com muitos caracteres plesiomórficos, relacionados à ancestralidade de amniotas mais derivados, o que torna pertinente sua inclusão, especialmente no que diz respeito à polarização dos caracteres.

Os captorrinidos figuram na análise por terem sido apontados como possíveis ancestrais dos mesossauros (ROMER, 1966; CARROLL, 1982).

Pachypleurosaurus sp. e *Nothosaurus* sp. representam os sauropterígios. Esse grupo constitui uma das diversas tentativas reptilianas de retornar ao ambiente aquático. Por isso esperam-se caracteres convergentes, especialmente em relação à morfologia craniana e à presença de paquiostose nas costelas.

A aplicação da metodologia cladística ao estabelecimento de relações entre amniotas primitivos demonstra diversos problemas. Ela não é capaz de distinguir ancestrais de descendentes, mas apenas de apontar relações de parentesco entre grupos-irmãos.

Outros problemas levam em conta a má preservação de alguns espécimes, o que acaba dificultando a análise de relações. A dificuldade em se delimitar ossos cranianos em mesossauros é uma das maiores. Em decorrência de sua estrutura delicada, em geral são muito deformados no processo de fossilização.

Um dos maiores problemas encontrados no estudo de répteis primitivos é a dificuldade de se apontar sinapomorfias. Porém, essa dificuldade pode ser uma característica comum da radiação adaptativa (ELDREDGE & CRACRAFT, 1980) sofrida pelo grupo. Uma vez que um determinado agrupamento sofre radiação, seria coerente imaginar que se diferenciem e dificultem o reconhecimento de homologias.

De particular importância neste tipo de análise é a suposição de que a maioria das sinapomorfias apresentadas por grupos relacionados (atestadas pela parcimônia) é resultado da herança de um ancestral comum próximo, e não de convergência (CARROLL, 1982).

A distribuição de caracteres, em amniotas primitivos, pode ser interpretada como indicativo de que a maioria dos estados de caráter derivados foi adquirida convergentemente, ou que houve numerosas reversões em quase todas as linhagens (CARROLL, 1982; BERTINI, 1989).

A presença de caracteres derivados compartilhados pode ser útil no reconhecimento de membros no âmbito de grupos particulares. Por exemplo, todos os captorrinidos possuem pré-maxilar um pouco curvo, em forma de gancho. Por outro lado, apomorfias similares, presentes em agrupamentos com padrões adaptativos fundamentalmente diferentes, podem ser de significado menor na demonstração de uma ancestralidade comum próxima (CARROLL, 1982), podendo representar reversões e aquisições independentes (homoplasias).

A radiação adaptativa, por sua natureza, leva a diferenças estruturais, fisiológicas e comportamentais. No caso dos répteis primitivos, fica evidente que a adaptação dos mesossauros como filtradores (suspensívoros) aquáticos (CARROLL, 1982) e carnívoros (RAIMUNDO-SILVA, FERIGOLO & SEDOR, 1997; RAIMUNDO-SILVA & FERIGOLO, 2000) e a dos captorrinidos como durófagos, tem poucos, se algum, elemento comum (CARROLL, *op. cit.*).

DARWIN (1859) discutia o princípio segundo o qual quanto menos uma estrutura estivesse concentrada em hábitos especiais, mais importante seria para a classificação. Isso significa que caracteres apomórficos diferenciam grupos, mas não servem necessariamente para relacioná-los com outros (MAYR & ASHLOCK, 1991). Em última instância, porque se tratam de especializações e, nesses termos, somente agrupamentos de organismos proximamente relacionados as possuem.

É possível que outros grupos também possam ostentar estados de caráter semelhantes aos observados em mesossauros, mas nesse caso poderiam ser decorrentes de convergências e não necessariamente de ancestralidade comum próxima. Identifica-se este como um dos grandes problemas com análises cladísticas, em répteis primitivos.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parte dos problemas apresentados ao pesquisador envolvido com análise filogenética inclui elevado número de homoplasias. Porém, tal fato depende do nível de inclusão com o qual se trabalha (amplitude da análise). Por exemplo, quando comparados com sauropterígios, que também

apresentam adaptações para o ambiente aquático, encontram-se características similares àquelas presentes em mesossauros, adquiridas em outro contexto evolutivo.

Foram levantados 112 caracteres para os nove gêneros envolvidos na análise (MARCONATO, 2001).

Um caráter bastante discutido, e que é apontado para o relacionamento filogenético entre cotilossauros e mesossauros, é um dos arcos neurais desenvolvidos nas vértebras do tronco (Figs. 2, 3 e 4).

Nos mesossáuridos, a estrutura da seção dorsal da coluna vertebral deveria ter sido relativamente rígida, estando a mobilidade maior no pescoço e na cauda.

Caracteres como a presença de estriação nos dentes – esta característica foi estudada em material proveniente do Estado de São Paulo, sob microscopia eletrônica de varredura (MARCONATO & BERTINI, 1999; MARCONATO, 2001) – e a curvatura do bordo ventral da mandíbula representam especializações marcantes nos táxons *Mesosaurus* – *Stereosternum* (Fig.6), sendo importantes sinapomorfias neste lado, diferenciando-os de *Brazilosaurus* (Fig.5).

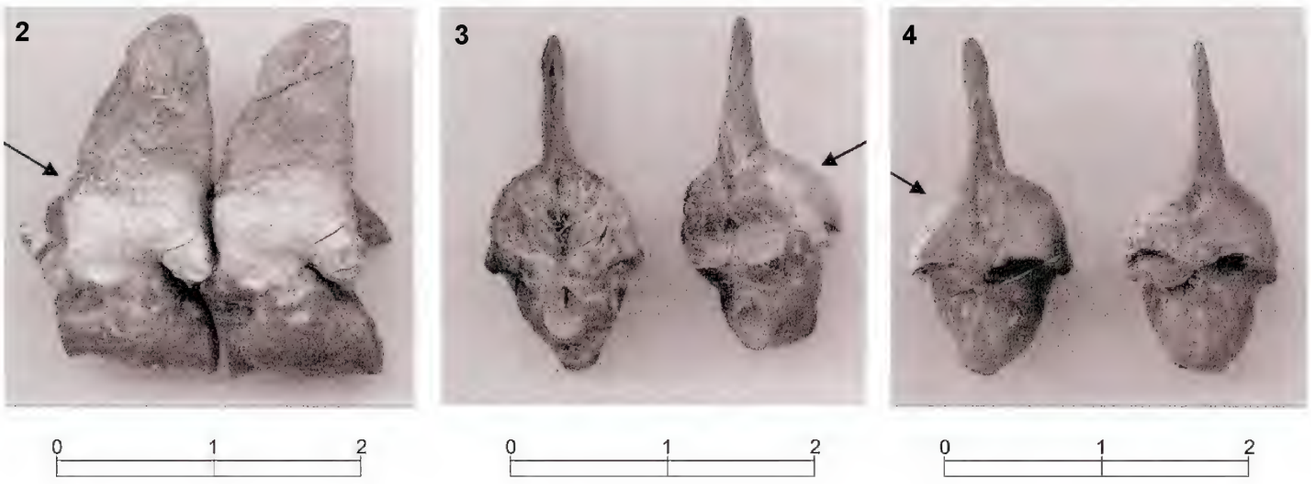
Com base no possível hábito suspensívoro de *Stereosternum* e *Mesosaurus*, a utilidade das estriações pode ter sido proporcionar maior retenção de alimento na filtração, aumentando o atrito entre o alimento e os dentes. É provável que tenham se alimentado de peixes jovens, uma vez que os paleonisciformes encontrados nesse mesmo ambiente apresentavam revestimento de escamas ganóides (CARROLL, 1991). Os dentes longos e finos de *Mesosaurus* apresentam frágil inserção nos alvéolos pouco profundos (MACGREGOR, 1908), dificultando a predação, pelo menos de formas adultas.

A presença do contato entre os ossos pós-orbital e supratemporal (DEBRAGA & REISZ, 1996)*, de forâmen obturador aberto nos adultos (RIEPPEL, 1998)* e de nasais mais longos que os frontais (RIEPPEL, 1998)* é apontada como sinapomorfia para os Mesosauridae, segundo o conjunto de dados analisados.

A articulação mandibular (RIEPPEL, 1998)*, deslocada posteriormente, além do côndilo occipital, foi interpretada como sinapomorfia para os Mesosauridae (apesar do caráter ser polimórfico para *Nothosaurus*).

Ausência do ecto-pterigóide, perda do tabular e presença de arcos hemais inchados são caracteres que aparecem em Mesosauridae e *Captorhinus* (CARROLL, 1982; DODICK & MODESTO, 1995)*.

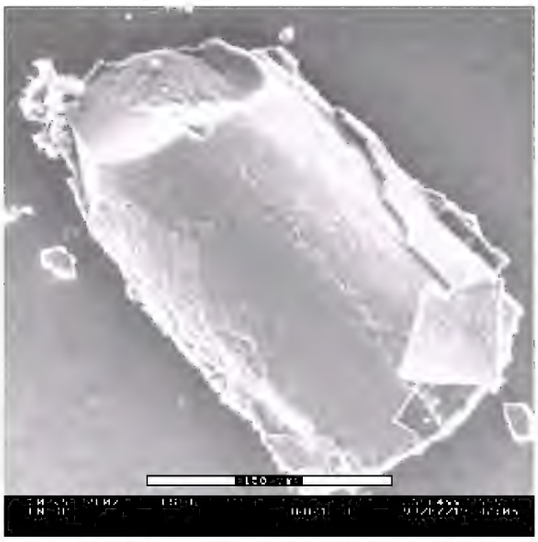
O processo dorsal do pré-maxilar, sendo estreito e curto (DEBRAGA & REISZ, 1996)*, caracteriza uma



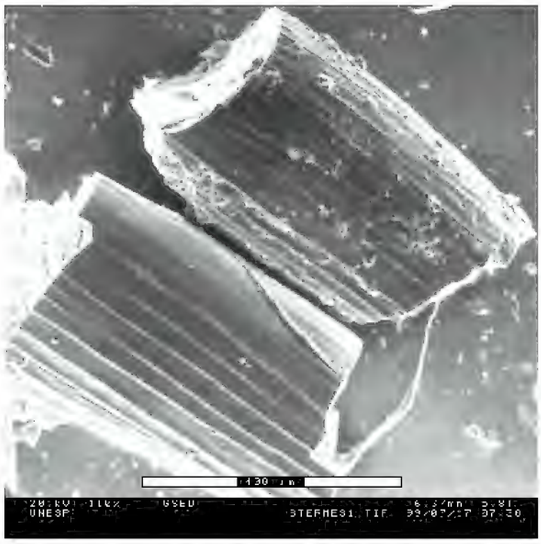
Vértebras do tronco de *Stereosternum* (as setas indicam os arcos neurais expandidos): fig.2- vista lateral esquerda; fig.3- vista anterior; fig.4- vista posterior. Escalas em cm.

* Caracteres codificados segundo os autores citados.

5



6



Dentes fotografados em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (MARCONATO, 2001), retirados de material pertencente à UNESP-Rio Claro e à UFSCar: fig.5- *Brazilosaurus*; fig.6- (a) *Stereosternum*, (b) *Mesosaurus*.

sinapomorfia entre *Petrolacosaurus* e mesossáuridos.

Dentes caniniformes na maxila (CARROLL, 1969; RIEPPEL, 1998)* estão presentes em *Protorothyris*, *Captorhinus*, *Petrolacosaurus* e *Nothosaurus*. Esse caráter pode indicar o quanto a análise dos caracteres depende do nível de inclusividade trabalhado.

Comparando-se anfíbios e répteis primitivos, pode-se perceber que a presença de dentes caniniformes é um caráter derivado. Por outro lado, em se tratando da análise no âmbito apenas dos amniotas, percebe-se que se trata de uma característica plesiomórfica.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Drs. Thomas Fairchild, Luís Anelli e à técnica Ivone Cassab (Universidade de São Paulo - USP), pelo acesso à coleção de fósseis; ao Dr. Max Langer (USP - Ribeirão Preto), pelas críticas; à Marcela Marconato, pela revisão do manuscrito; à Lília D. Bertini (UNESP - Rio Claro), pela ajuda com fotomicrografias em Microscopia Eletrônica de Varredura.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela Bolsa de Mestrado, Proc.

98/13746-9, para o autor sênior do trabalho; à Universidade Federal de São Carlos, Museu de História Natural do Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva (DEBE), pelo empréstimo de material.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, D.C., 1976 – Taxonomia e relações dos Proganosauria da Bacia do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **48**(1):91-116.

BERTINI, R.J., 1989 – Tetrápodos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11., Curitiba. **Anais...**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p.79-87.

CARROLL, R.L., 1969 – A middle Pensylvanian captorhinomorph, and the interreletionships of primitive reptiles. **Journal of Paleontology**, Lawrence, **43**(1):151-70, figs.1-12.

CARROLL, R.L., 1982 – Early evolution of reptiles. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, **13**:87-109.

CARROLL, R.L., 1987 – **Vertebrate Paleontology and Evolution**. Freeman and Company, New York, 698p.

CARROLL, R., 1991 – The origin of reptiles. In: SCHULTZE, H.-P. & TRUEB, L. (Eds.) **Origins of higher groups of tetrapods-controversy and consensus**. New York: Cornell University Press. p.331-353, figs.1-3, tabs.1-4.

DARWIN, C., 1859 – **On the origin of species**. New York: Atheneum. 432p.

DEBRAGA, M. & REISZ, R.R., 1996 – The Early Permian reptile *Acleistorhinus pteroticus* and its phylogenetic position. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lawrence, **16**(3):384-395, figs.1-4.

DODICK, J.T. & MODESTO, S.P., 1995 – The cranial anatomy of the Captorhinid reptile *Labidosaurikos meachami* from the Lower Permian of Oklahoma. **Palaeontology**, Cardiff, **38**(3):687-711.

ELDREDGE, N. & CRACRAFT, J., 1980 – **Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process.** New York: Columbia University Press. 349 p.

LANDIM, P.M.B. & PERINOTTO, J.A.J., 1981 – Taxonomia numérica dos mesossaurídeos da Formação Irati (Permiano da Bacia do Paraná). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3., Curitiba. **Resumos...**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p.201-202.

MAC GREGOR, J.H., 1908 – On *Mesosaurus brasiliensis* nov.sp. from the Permian of Brazil. In: White, I.C. (Ed.) **Comissão de Estudos de Minas de Carvão de Pedra do Brasil.** Rio de Janeiro: National Press. p.301-336, fig.11.

MARCONATO, L.P., 1998 – **Os mesossáuridos, répteis anápsidos do Permiano Inferior das bacias Paraná e Karoo, porção sul do Gondwana. Compilações e contribuições**. São Carlos. 36p. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Programa de Graduação da Universidade Federal de São Carlos.

MARCONATO, L.P., 2001 – **Análise filogenética dos Mesosauridae, amniotas anápsidos do Permiano Inferior do Gondwana**. Rio Claro. 124p., 46 il. Dissertação (Mestrado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional, Universidade Estadual Paulista.

MARCONATO, L.P. & BERTINI, R.J., 1999 – Análise da microestrutura dentária de Mesosauridae (Anapsida - Proganosauria) com utilização de microscopia eletrônica de varredura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16., Crato. **Resumos...**, Crato: Universidade Regional do Cariri, p.64.

MARCONATO, L.P. & BERTINI, R.J., 2001 – Phylogenetic analysis and the relationships among *Mesosaurs*, *Stereosternum* and *Brazilosaurus* (Anápsida, Mesosauridae) from the Lower Permian of Gondwana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., Rio Branco. **Resumos...**, Rio Branco: Universidade Federal do Acre, p.139.

MAYR, E. & ASHLOCK, P.D., 1991 – **Principles of Systematic Zoology**. 2.ed. New York: Mcgraw-Hill. p.475.

OELOFSEN, B.W. & ARAÚJO, D.C., 1987 – *Mesosaurus tenuidens* and *Stereosternum tumidum* from the Permian Gondwana of both Southern Africa and South America. **South African Journal of Science**, Johannesburg, **83**:370-372.

PATTERSON, C., 1981 – Significance of fossils in determining evolutionary relationships. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, **12**:195-223, figs.1-5.

RAIMUNDO-SILVA, R.; FERIGOLO, J. & SEDOR, F.A., 1997 – Primeiras evidências de conteúdo digestivo em *Brazilosaurus sanpauloensis* (Reptilia, Mesosauridae) da Formação Irati, Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15., São Pedro. **Resumos...**, São Pedro, p.85.

RAIMUNDO-SILVA, R. & FERIGOLO, J., 2000 – Direct evidence of *Brazilosaurus sanpauloensis* (Reptilia, Mesosauridae) diet, from Irati Formation, Goiás State, Brazil. In: JORNADAS ARGENTINAS DE PALEONTOLOGÍA DE VERTEBRADOS, 16., San Luis. **Resúmenes...**, San Luís, p.50.

RIEPPEL, O., 1998 – The systematic status of *Hanosaurus hupehensis* (Reptilia, Sauropterigia) from the Triassic of China. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Lawrence, **18**(3):545-557, figs.1-7.

ROMER, A.S., 1966 – **Vertebrate Paleontology**. Chicago: University of Chicago Press. 468p.

RÖSLER, O., 1974 – Aspectos tegumentários de mesosaurídeos (Reptilia) do Permiano-Formação Irati-Estado de São Paulo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, **26**(7):190-191.

RÖSLER, O. & TATIZANA, G., 1985 – As membranas natatórias em *Stereosternum tumidum*. In: **Coletânea Trabalhos Paleontológicos**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral/CPRM. p.129-131, figs.1-4.

ROSSMANN, T., 2000 – Studien an Mesosauriern (Amniota inc. sed.: Meso sauridae): 2. Neue Erkenntnisse zur Anatomie, mit Berücksichtigung der Taxonomie von *Mesosaurus pleurogaster* (Seeley). **Senckenbergiana Lethaea**, Frankfurt, **80**(1):13-28, Abb.1-11.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.143-148, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

ONTOGENETIC SHAPE CHANGES IN THE SKULL OF *SCAPHONYX FISCHERI* WOODWARD, 1907 (ARCHOSAUROMORPHA, RHYNCHOSAURIA, RHYNCHOSAURIDAE) USING THIN-PLATE SPLINES ANALYSIS[1]

(With 2 figures)

SERGIO ALEX KUGLAND DE AZEVEDO[2][3]
MAURO JOSÉ CAVALCANTI[2][4]

ABSTRACT: Ontogenetic shape changes in skull shape of the rhynchosaur *Scaphonyx fischeri* Woodward, 1907 from the Santa Maria Formation (Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil) were studied using the geometric method of thin-plate splines. The method was applied to a set of 15 anatomical landmarks taken from scanned drawings of the dorsal face of four *Scaphonyx* skulls representing different growth stages. The analysis indicated that most of the ontogenetic allometry occurs along the transversal axis of the skull, and can be described by an elongation of the facial and temporal surfaces of the skull and an increase of the interorbital region. These results are consistent with previous analyses of these skulls performed with the original method of deformed coordinates of D'Arcy Thompson.

Key words: geometric morphometrics, thin-plate splines, transformation grids, ontogeny, rhynchosaurs.

RESUMO: Análise da modificação ontogenética da forma do crânio de *Scaphonyx fischeri* Woodward, 1907 pelo método de deformações parciais.

As mudanças ontogenéticas na forma do crânio do rincossauro *Scaphonyx fischeri* Woodward, 1907 da Formação Santa Maria (Triássico do Rio Grande do Sul, Brasil) foram estudadas usando o método geométrico de análise de deformações. O método foi aplicado a um conjunto de 15 marcos anatômicos digitalizados a partir das ilustrações da face dorsal de quatro crânios de *Scaphonyx*, representando diferentes estágios de crescimento. A análise indicou que a maior parte da alometria ontogenética ocorre ao longo do eixo transversal do crânio, podendo ser descrita por um alongamento das superfícies facial e temporal do crânio e um aumento da região interorbital. Esses resultados são consistentes com prévias análises realizadas pelo método original das coordenadas deformadas de Thompson.

Palavras-chave: morfometria geométrica, análise de deformações, coordenadas deformadas, ontogenia, rincossauros.

INTRODUCTION

Morphometrics, the study of shape and shape changes in organisms, has recently undergone a revolution with the development of the new concepts and techniques of the so-called "geometric morphometrics" (ROHLF & MARCUS, 1993). Geometric morphometrics distinguishes and analyzes differences in size and shape based on Cartesian coordinates of discrete landmarks, the location of which is assumed to be homologous and can be unambiguously determined in all the organisms under study.

Thin-plate splines analysis (BOOKSTEIN, 1989, 1991) is one of the most important geometric morphometrics tools. The graphical output of this technique closely resembles the method of "transformation grids" for depicting shape changes between two organisms as deformations, introduced by THOMPSON (1917). However, thin-plate splines analysis is based on a well-founded mathematical approach that allows the exact mapping of the transformation of the landmark configuration of one organism into that of another, and leads to a rigorous quantitative description of the spatial organization of shape changes. On the other hand, Thompson's deformed coordinates are not based on any analytical method and do not require the explicit specification of landmarks used to depict the transformations of shape. As the transformation grids of the method of deformed coordinates are often sketched subjectively, they are not amenable to comparisons among different studies of the same group of organisms.

The results of principal warps analysis using thin-

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] E-mail: sazevedo@acd.ufrj.br.
[4] E-mail: maurobio@acd.ufrj.br.

plate splines interpolation functions are frequently compared in the literature to Thompson's method. However, no empirical tests have been performed to assess the differences and similarities between the results of these two approaches, beyond mere subjective evaluations of overall resemblance in graphic representation.

Rhynchosaurs constitute an abundant group of herbivorous diapsid reptiles with a widespread geographical distribution, but temporally restricted to Triassic times. The systematics of this group is currently under discussion, which begun with the works of SCHULTZ (1991) and SCHULTZ & BARBERENA (1991). LANGER & SCHULTZ (2000) provide a recent overview, including a phylogenetic study of the Rhynchosauridae. BARBERENA (1971) employed Thompson's transformation grids to study ontogenetic changes in cranial shape in four specimens of *Scaphonyx fischeri* Woodward from the Vila Kennedy outcrop, within the red sandstones of the Santa Maria Formation (Middle Triassic of Rio Grande do Sul, Brazil). He concluded that the differences in shape observed among these specimens were more probably due to growth processes, while not excluding the possibility that such modifications were the result of differences in diet, sexual dimorphism, or intraspecific variation. BENTON & KIRKPATRICK (1989) also applied transformation grids to depict shape changes in ontogenetic series of *S. fischeri*, using the drawings from BARBERENA (1971) plus a juvenile specimen described by them. Their findings supported the conclusions of BARBERENA (*op. cit.*) on the growth patterns of *S. fischeri* and also suggested the occurrence of an heterochronic shift in the ontogeny of this species.

The aim of the present study was to compare the results of a thin-plate splines analysis with those obtained by BARBERENA (1971) using Thompson's original method of transformation grids, in order to empirically test for differences and similarities between the results of these two approaches. It should be emphasized that our primary goal is to compare these two methodologies and not to perform a detailed morphometric study of growth patterns in *Scaphonyx fischeri*.

MATERIAL AND METHODS

Line drawings on page 405 of BARBERENA (1971) were digitized with a desk scanner attached to an IBM-PC microcomputer. Pictures were acquired, processed, and saved in JPEG format at high resolution (600 dpi), using the Adobe Photoshop image-processing program. Coordinates for 15 landmarks were taken from the digitized images by means of the TpsDig program written by F.J. Rohlf, version 1.18. Landmarks were collected on the right half of the skull only, in order to avoid the disturbing effects of lateral asymmetry (BOOKSTEIN, 1996).

The method of thin-plate splines (BOOKSTEIN, 1989, 1991) was used to model ontogenetic shape changes among the landmarks as a deformation. The analysis by splines consists in fitting an interpolating function to the x, y landmark coordinates for each specimen so that all homologous landmarks coincide. For the computation of this function, a reference configuration is kept fixed, and another or others are superimposed so that each landmark is forced to coincide with its homologous in the reference. Differences in shape are reported as the energy (the "bending energy"), associated to the deformation of a theoretically idealized thin metal plate. The eigenvectors of the bending energy matrix are called "principal warps", and are relative only to the reference. The eigenvalues associated to each principal warp are an inverse measure of the spatial scale of shape change, so that large eigenvalues correspond to small-scale deformations and small eigenvalues correspond to large-scale deformations. The projection of the specimens onto the principal warps yields the "partial warps", that describe their deviations from the reference configuration.

In this study, the reference configuration was determined in two ways: 1) using the first specimen (Specimen A) as the reference, as done by BARBERENA (1971); 2) as the consensus (average) configuration of the four specimens from a generalized least-squares orthogonal Procrustes analysis (ROHLF & SLICE, 1990). The purpose of the reference is to define the linear tangent space that is used to approximate the non-linear true shape space (ROHLF, 1996).

The bending energy required to deform the configuration of landmarks in the reference into those of each specimen was computed, along with a symmetric matrix of bending energies between all pairs of specimens. All values were computed using the bending energy metric (using the inverse of the bending energy matrix) based on the reference specimen. In addition, the Procrustes distance between each specimen and the reference was also computed both as a linear distance and as a geodesic distance (angles in radians). All computations were performed using F.J.Rohlf's TpsSplin program, version 1.15.

RESULTS AND DISCUSSION

Ontogenetic shape changes depicted as thin-plate splines Cartesian deformations are shown in figures 1 and 2. The specimens A to B and B to D seem to truly constitute an ontogenetic series, characterized by a lateral expansion of the temporal region. On the other hand, specimen C shows a pronounced bi-directional expansion of the upper temporal region. These results closely resemble those of BARBERENA (1971), but do not support his suggestion that both specimens, C and

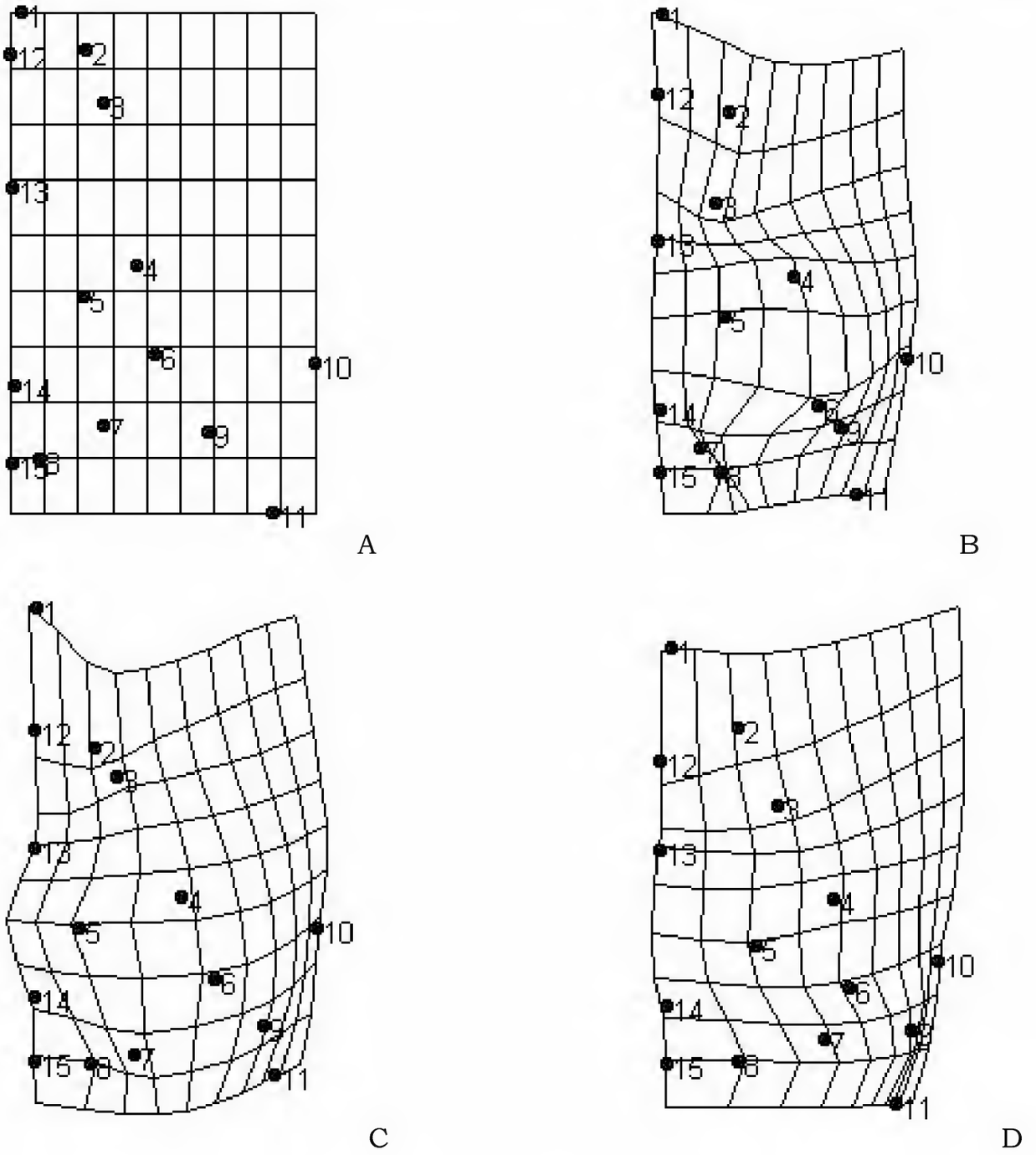


Fig.1- Cartesian grids for the specimens of *Scaphonyx fischeri* Woodward, 1907 as deformations using specimen A as the reference configuration.

D, would belong to different taxa. According to our thin-plate splines analysis, only specimen C would belong to another taxon, with the other specimens possibly constituting the members of a true ontogenetic series.

Bending energy, Procrustes distances, and angles (in radians) between each specimen and the specimen A considered as the reference are shown in table 1. These data indicate that the bending energy needed to deform specimen C into the reference was considerably higher than that required by the other specimens.

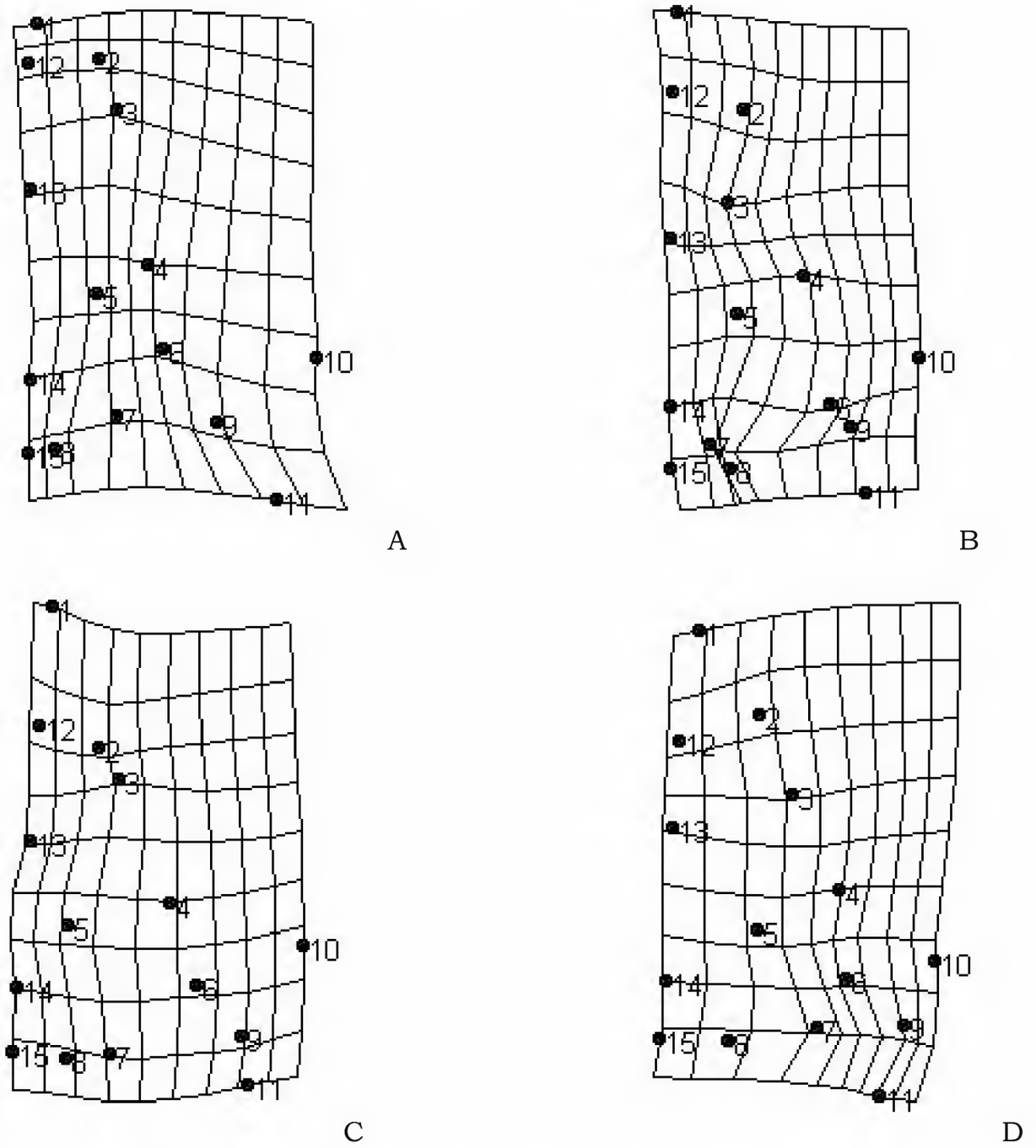


Fig.2- Cartesian grids for the specimens of *Scaphonyx fischeri* Woodward, 1907 as deformations using the average configuration of the four specimens as the reference configuration.

TABLE 1

Bending energy, Procrustes distances, and angles (in radians) between each specimen and the specimen A used as the reference

Specimen	Energy	d	Angle
A	0.25255	0.12753	0.12788
B	0.60569	0.11939	0.11968
C	0.19202	0.09446	0.09461
D	0.37256	0.12096	0.12126

Table 2 shows the same information using the average configuration as reference (Fig.2). In this case, there seems to be an influence of the discrepant shape changes presented by specimen C on the results, with this specimen being closer to the average configuration than the other ones. This interpretation is supported by the figures of all three numerical parameters used for the comparisons.

SCHULTZ (1991) studied the specimens analysed by BARBERENA (1971) and concluded that two of the skulls (specimens A and D) present deformations resulting from diagenetic processes common in the Santa Maria Formation (HOLZ & SCHULTZ, 1998), that are prone to disturb any morphological analysis of these specimens. Specimen A poses special problems, since its fossilization involved a strong dorso-ventral compression and the drawing by BARBERENA (1971) did not take this deformation into account. Specimen D, on the other hand, is not deformed by compression but presents alterations of volume due to diagenetic processes. While such considerations should be kept in mind in interpreting the results of the present study, we do not believe that they would modify the overall results of our metodological comparison in any significant way. Indeed, the very fact that it was specimen C (and not the problematical A or D) which appeared as the most deformed in our analyses seems to support this contention.

TABLE 2

Bending energy, Procrustes distances, and angles (radians) between each specimen and reference, taken as the average landmark configuration of the four specimens

Specimen	Energy	d	Angle
A	0.00000	0.00000	0.00000
B	3.64626	0.19246	0.19367
C	4.69094	0.19518	0.19644
D	3.93195	0.20672	0.20822

As stated before, the primary purpose of this study was to compare the analytical technique of thin-plate splines applied to 2D configurations of landmarks to Thompson's Cartesian grid deformations, as methods of describing shape changes in biological forms. Our results have partially supported the analysis of BARBERENA (1971), with a few important differences not detected by that author, stressing the accuracy of the geometric morphometric procedure. Other procedures should be used to study variation within a sample (especially when there are more than just a few specimens), to compare groups of configurations, or to relate shape variation to an independent variable (ROHLF, 1998). We expect that this type of analysis also bring some light on the discussions currently under way concerning the taxonomic status of the genus *Scaphonyx* in South America.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Valéria Gallo da Silva (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) and Cesar Leandro Schultz (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) for providing constructive criticism and valuable suggestions that greatly contributed to improvements of earlier versions of the manuscript.

LITERATURE CITED

BARBERENA, M.C., 1971 – Algumas considerações sobre o desenvolvimento de rincossáurios. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **43**(Supl.):403-409.

BENTON, M.J. & KIRKPATRICK, R., 1989 – Heterochrony in a fossil reptile: juveniles of the rhynchosaur *Scaphonyx fischeri* from the Late Triassic of Brazil. **Paleontology**, London, **32**:335-353.

BOOKSTEIN, F.L., 1989 – Principal warps: thin-plate splines and the decomposition of deformations. **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence,** Cidade, **11**:567-585.

BOOKSTEIN, F.L. 1991 – **Morphometric Tools for Landmark Data. Geometry and Biology**. Cambridge: Cambridge University Press. 453p., il.

BOOKSTEIN, F.L., 1996 – Combining the tools of geometric morphometrics. In: MARCUS, L.F.; CORTI, M.; LOY, A.; NAYLOR, G. & SLICE, D.E. (Eds.) **Advances in Morphometrics**. New York: Plenum Publishing. p.131-151.

HOLZ, M. & SCHULTZ, C.L., 1998 – Taphonomy of the south Brazilian Triassic herpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. **Lethaia**, Copenhagen, **31**:335-345.

LANGER, M.C. & SCHULTZ, C.L., 2000 – A new species of the Late Triassic rhynchosaur *Hyperodapedon* from

the Santa Maria Formation of South Brazil. **Paleontology**, London, **43**:633-652.

ROHLF, F.J., 1996 – Morphometric spaces, shape components, and the effects of linear transformations. In: MARCUS, L.F.; CORTI, M.; LOY, A.; NAYLOR, G.J.P. & SLICE, D.E. (Eds.) **Advances in Morphometrics**. New York: Plenum Publishing. p.117-129.

ROHLF, F.J., 1998 – On applications of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny. **Systematic Biology**, Cidade, **47**:147-158.

ROHLF, F.J. & MARCUS, L.F., 1993 – A revolution in morphometrics. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, **8**:129-132.

ROHLF, F.J. & SLICE, D.E., 1990 – Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. **Systematic Zoology**, Washington, **39**:40-59.

SCHULTZ, C.L., 1991 – **Os Rincossauros Sul-Americanos e suas Relações com Outros Representantes do Grupo**. Porto Alegre. 216 p. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SCHULTZ, C.L. & BARBERENA, M.C., 1991 – On the presence of *Hyperodapedon* (Diapsida, Rhynchosauridae) in the Triassic of South America. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 12., São Paulo. **Boletim de Resumos**, São Paulo: Universidade de São Paulo, p.47.

THOMPSON, D.W., 1917 – **On Growth and Form**. London: Macmillan. 793p., il.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.149-154, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

NEW ELEMENTS OF AN ARMORED ARCHOSAUR FROM THE MIDDLE TO UPPER TRIASSIC, SANTA MARIA FORMATION, SOUTH OF BRAZIL[1]

(With 3 figures)

ÁTILA AUGUSTO STOCK DA ROSA[2]
LUCIANO ARTEMIO LEAL[3]

ABSTRACT: New elements of the osteology of *Aetosauroides subsulcatus* Zacarias, 1982 are presented, comprising of the braincase, some skull roof elements, two dorsal, one sacral and two caudal vertebrae, gastralia, the proximal two-thirds of the left tibia, and several osteoderms related to the dorsal, lateral and ventral armors, some of them in natural position. The material is housed in Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia (UFSM 11070). The cranial bones suggest an association with the Argentinean form *Aetosauroides scagliai* Casamiquela, 1960 while osteoderm ornamentation assigns this new specimen to the Brazilian form *Aetosauroides subsulcatus*. The latter is here considered *nomina dubia*.

Key words: *Aetosauroides*, Triassic, Santa Maria Formation.

RESUMO: Novos elementos de um arcossauro com armadura do Triássico Médio a Superior, Formação Santa Maria, Sul do Brasil.

Novos elementos da osteologia de *Aetosauroides subsulcatus* Zacarias, 1982 são apresentados, correspondendo à porção posterior do crânio, bem como a alguns ossos do teto craniano, duas vértebras dorsais, uma sacral e duas caudais, costelas gastrais, dois terços proximais da tíbia esquerda, e vários osteodermas relacionados aos escudos dorsal, lateral e ventral, alguns em posição natural. O material encontra-se tombado na Coleção do Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia sob o número UFSM 11070. A associação de ossos do teto craniano sugere alguma relação à forma argentina *Aetosauroides scagliai* Casamiquela, 1960, enquanto a comparação dos osteodermas aponta semelhanças com a forma brasileira, *Aetosauroides subsulcatus*, aqui considerada *nomina dubia*.

Palavras-chave: *Aetosauroides*, Triássico, Formação Santa Maria.

INTRODUCTION

The Santa Maria Formation, Middle to Upper Triassic of the Paraná Basin, comprises a well-studied sedimentary sequence of southern Brazil, based on its fossiliferous content: a reptilian fauna (e.g., BARBERENA, ARAÚJO & LAVINA, 1985), the *Dicroidium* flora (*e.g.*, BORTOLUZZI, 1974), conchostracans (KATOO, 1971) and insects (PINTO, 1956). The earliest known dinosaur was found in these rocks, namely *Staurikosaurus pricei* Colbert, 1970.

Permian and Triassic formations of the Paraná Basin crop out in a narrow belt along the central part of Rio Grande do Sul State, called Peripheral or Central Depression (DNPM, 1989). The outcrop belt of the Santa Maria Formation extends from the cities of Mata through Montenegro (Fig.1).

The studied fossil was found in March/1997 at the 'Faixa Nova' or 'Cerrito' outcrop, in the crossing of the BR158 and the RS278 roads, in the vicinities of Santa Maria. An alternation of massive to stratified reddish mudstones and lenticular fine sandstones of the Santa Maria Formation (Fig.2) can be visualized. The fossil remains were collected in the most basal levels. Portions of the skull roof, axial and apendicular skeleton are housed in the paleontological collection of the Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia, Departamento de Geociências, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, under the number UFSM 11070.

DESCRIPTION

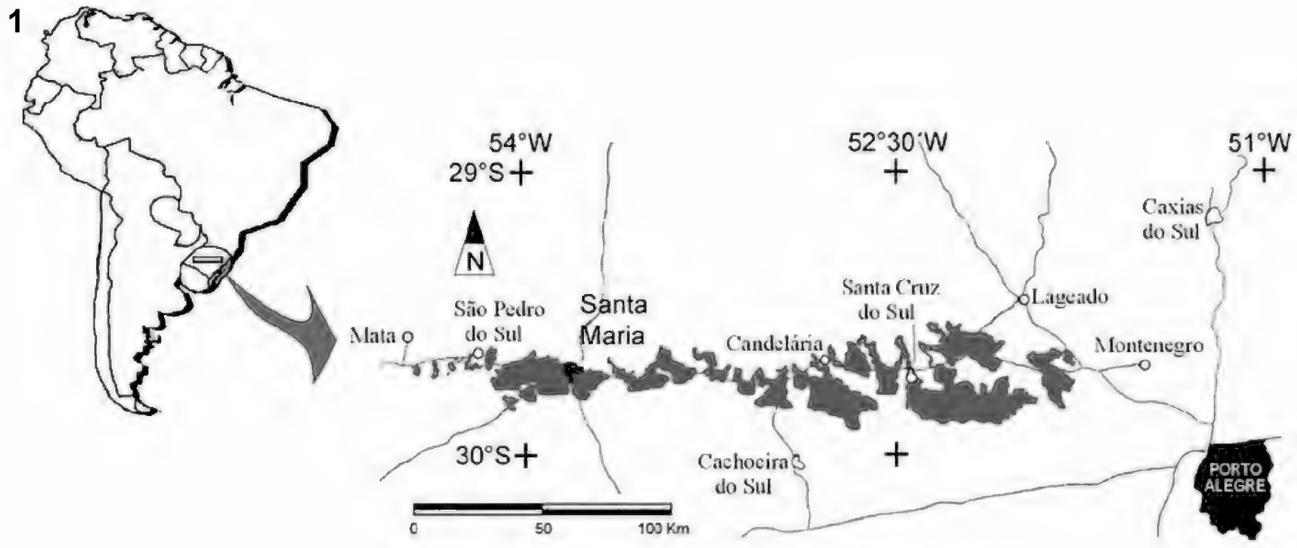
A preliminary description of UFSM 11070 is provided (Fig.3).

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.

[2] Universidade Federal de Santa Maria, CCNE/DEPGEO, Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia, Campus Camobi, Prédio 17, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: atila@base.ufsm.br.

[3] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: artemio@acd.ufrj.br.

Fellow of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)



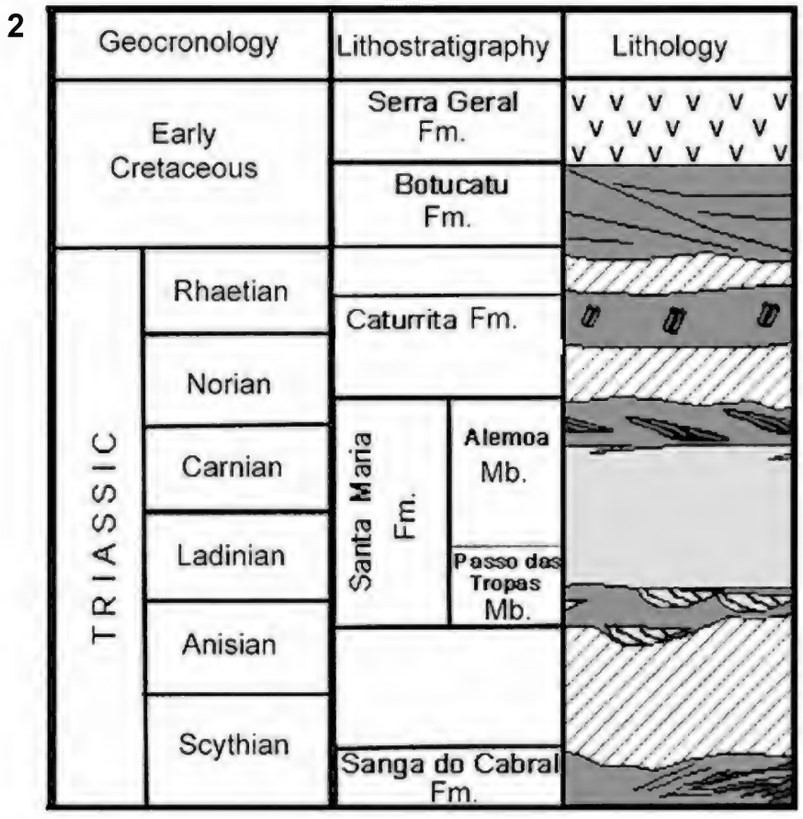


Fig.1- The shaded area define the outcrop belt of the Santa Maria Formation. The specimen was discovered close to the town of Santa Maria, Southern Brazil; fig.2- Lithostratigraphic chart of Paraná Basin of the Southern Brazil modified from FACCINI (1989).

Skull – A partial occiput and braincase preserves occipital condyle, supraoccipital, basioccipital, basipterygoid processes, basisphenoid, and part of the paraoccipital process. Fragments of the cervical armor are preserved in the occiput region.

Part of the left parietal, in which there was preservation of the suture zone with the right one, preserves the crest over occipital, aside of the insertion zone with the dermo-occipital (partially preserved), as well as the supratemporal fenestra. A fragment of the right

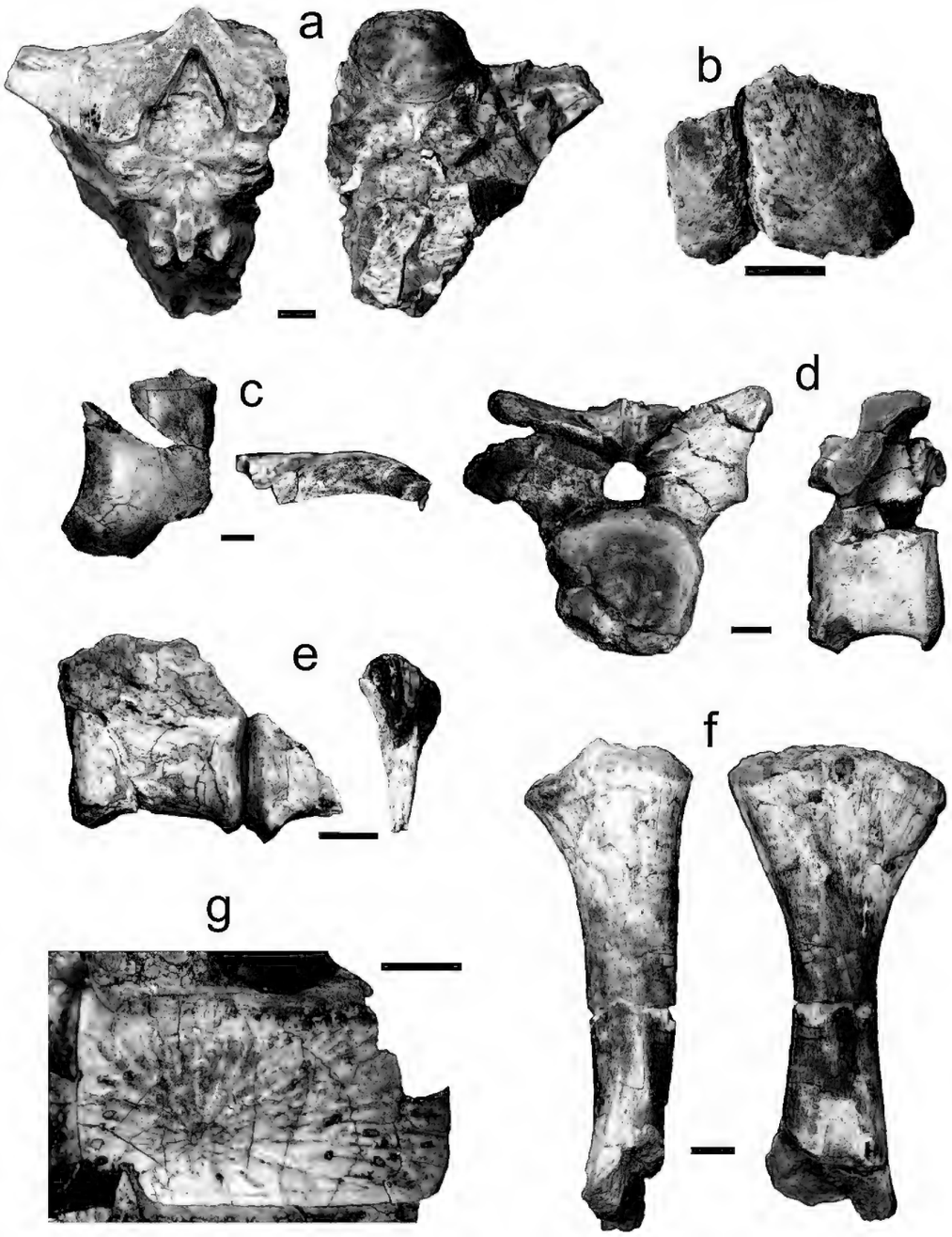


Fig. 3- Stagonolepid UFSM 11070: (a) occiput and braincase in dorsal and ventral view; (b) dermo-occipital in dorsal view; (c) left parietal in dorsal and lateral view, showing a detail of the insertion zone with the postfrontal-postorbital; (d) dorsal vertebrae in cranial and lateral view; (e) caudal vertebrae in lateral view and chevron in detail; (f) left tibia in cranial and lateral view; (g) dorsal osteoderm in detail. Scale bars = 10mm.

post-frontal is also preserved, together with other four unidentified elements. The parietal is thicker in the proximal portion, near the braincase. The contact with the post-frontal is preserved, as well as the suture with the right parietal.

The left parietal, together with the dermo-occipital, indicates a non-overprotected forehead, as the junction of parietal and dermo-occipital lies in the same line of the skull roof. The right post-frontal indicates a large orbital fenestra.

Axial skeleton – The axial skeleton is partially preserved, highly fragmented and dispersed in the matrix. The dorsal vertebrae present very thin transverse processes and neural spines. One presumably sacral vertebra is well preserved, bearing a thick transverse process. Both dorsal and caudal vertebrae are weakly amphicoelic.

Two unarticulated caudal vertebrae have very shallow ridges at the region of insertion of the hemal arch, and one unarticulated hemal arch is well preserved.

A sequence of seven neural spines is still connected with the dorsal armor, and shows a distinct craniocaudal diminution, as depicted by the narrowing and shortening of the transverse processes. The dorsal armor is placed over the thin transverse processes of the neural spines, and some are partially preserved in the original paramedian armors. However, much of the osteoderms are collapsed, being arranged over the transverse processes.

Appendicular skeleton – The appendicular skeleton is represented by the proximal two-thirds of the left tibia, associated with the vertebra sequence, which is about 135mm long. The proximal end of the tibia is robust, semi-triangular in dorsal view and weakly rugose. The distal end is not preserved.

Osteoderms – Isolated osteoderms from the dorsal, ventral, lateral and cranial armor are preserved. All of them show a sunburst pattern in which shallow grooves radiate from a prominent region located in the posterior portion of the plate. Dorsal and ventral plates are rectangular, with a low depth/length ratio, and the lateral plates are subcircular.

BIOCHRONOLOGICAL DISCUSSION

The UFSM 11070 shows some resemblance with *Aetosauroides scagliai* Casamiquela, 1960 and with the unpublished material of *Aetosauroides subsulcatus* Zacarias, 1982.

The Brazilian aetosaurs were found in red beds from different localities. *A. subsulcatus* was collected at the Inhamandá outcrop, near the town São Pedro do Sul, which corresponds to the middle portion of the Santa Maria Formation. The UFSM 11070 comes from the 'Faixa Nova' or 'Cerrito' outcrop, in the city of Santa Maria, from the upper portion of Santa Maria Formation, which is considered to be Ladinian – middle Carnian (SCHULTZ, SCHERER & BARBERENA, 2000).

A first attempt for a biostratigraphic discussion in the southern Brazilian Triassic was done by BARBERENA (1977), who recognized three local faunas, namely Pinheiros, Chiniquá and Alemoa faunal associations. SCHULTZ, SCHERER & BARBERENA (1994, 1998, 2000) and SCHULTZ (1995) revised that biostratigraphic framework, defining the Therapsida Cenozone (early Ladinian), the Rhynchosauria Cenozone (late Ladinian – late Carnian), and the *Jachaleria* Level (early Norian). Recent findings may expand the Caturrita Formation till the end of Triassic or the beginning of the Jurassic (FERIGOLO & RIBEIRO, 2000). These cenozones correspond to the Santa Maria and the Caturrita Formation (Fig.2). Both aetosaurs were collected in the Rhynchosauria Cenozone.

HECKERT & LUCAS (1998) defined an aetosaur-based biostratigraphic scheme for the Triassic of Pangea. The *Stagonolepis* biochron, for which *Aetosauroides* would be a synonym (LUCAS & HECKERT, 2001), is dated as latest Tuvalian (late Carnian), in agreement with the Brazilian biostratigraphic scheme (SCHULTZ , SCHERER & BARBERENA, 1994, 1998, 2000).

A preliminary comparison with *Aetosauroides scagliai*, *Stagonolepis robertsoni* Agassiz, 1844, and *Typothorax* sp. is presented in Table 1. There is no clear correlation with the described species, although very few diagnostic elements were preserved in the studied material.

The skull roof morphology allows the interpretation that the studied specimen is different from the Argentinean form, *A. scagliai*, an explanation also presented by the study of osteoderms ornamentation (ZACARIAS, 1982). However, as it remained unpublished, the name *Aetosauroides subsulcatus* must be considered as *nomina dubia*.

CASAMIQUELA (1961, 1967) states that *Aetosauroides* is defined mainly by its pelvis. However, BONAPARTE (1997) considers dentition and cranial anatomy as the most important taxonomic elements for these specialized thecodonts. According to LONG & MURRY (1995), the armature structure was the main element in

TABLE 1

Preliminary comparison among cranial elements

Species \ Material	Parietal (lateral view)	Post-frontal (dorsal view)	Dermo-occipital
Aetosauroides scagliai	trapezoidal	triangular	thick and robust
Stagonolepis robertsoni	sheet-like	trapezoidal	??
Typothorax sp.	wide and triangular	arch, out of the supratemporal fenestrae	??
UFSM 11070	sheet-like, somewhat curved	triangular	thin

distinguishing the American aetosaurs, giving the first steps to a phylogenetic framework.

The preliminary comparison presented points to differences among the studied specimen and other aetosaurs. A more detailed work is needed, comparing South American forms and testing the Heckert & Lucas hypothesis, in which *Aetosauroides* is a synonym for *Stagonolepis* (HECKERT & LUCAS, 1999).

ACKNOWLEDGEMENTS

Biologist Ruben Alexandre Boelter is acknowledged for help during field work, and the Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia (UFSM) and Setor de Paleovertebrados (Museu Nacional - Rio de Janeiro), for logistic support. We also acknowledge Prof. J.F.Bonaparte (Museo Argentino Bernardino Rivadavia), Prof. M.C.Barberena (Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS), and Lic. Julia Desojo (Universidade de Buenos Aires), for important discussions and information on the South American aetosaurs. K.Goldberg (University of Chicago), C. Schwanke (Universidade Estadual do Rio de Janeiro), C.L.Schultz (UFRGS), and an anonymous reviewer are thanked for the improvement of the manuscript.

LITERATURE CITED

BARBERENA, M.C., 1977 – Bioestratigrafia preliminar da Formação Santa Maria. **Pesquisas**, Porto Alegre, **7**:111-129.

BARBERENA, M.C.; ARAÚJO, D.C. & LAVINA, E.C., 1985 – Late Permian and Triassic Tetrapods of Southern Brazil. **National Geographic Research**, Washington, **1**(1):5-20.

BONAPARTE, J.F., 1997 – **El Triasico de San Juan – La Rioja, Argentina, y sus Dinosaurios**. Buenos Aires: Museo Argentino de Ciencias Naturales. 190p.

BORTOLUZZI, C.A., 1974 – Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, **4**(1):7-86.

CASAMIQUELA, R.M., 1960 – Noticia preliminar sobre dos nuevos estagonolepoideos argentinos. **Ameghiniana**, Buenos Aires, **2**(1):3-9.

CASAMIQUELA, R.M., 1961 – Dos nuevos estagonolepoideos argentinos (de Ischigualasto, San Juan). **Revista de la Asociación Geologica Argentina**, Buenos Aires, **6**(3-4):143-203.

CASAMIQUELA, R.M., 1967 – Materiales adicionales y reinterpretacion de "Aetosauroides scagliai" (de Ischigualasto, San Juan). **Revista del Museo de la Plata** (Nueva Serie), Sección Paleontología, la Plata, **5**:173-196.

COLBERT, E.H., 1970 – A saurischian dinosaur from the Triassic of Brazil. **American Museum Novitates**, New York, **2405**:1-39.

DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL, 1989 – Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul, Escala 1:1.000.000. **Ministério das Minas e Energia**, Convênio DNPM-CPRM.

FACCINI, U.F., 1989 – **O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: uma análise sobre o ponto de vista das seqüências deposicionais**. Porto Alegre, 121p. Dissertação (Mestrado em Geociências) Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HECKERT, A.B. & LUCAS, S.G., 1998 – Taxonomy, phylogeny, biostratigraphy, biochronology, and paleogeography of the Aetosauria (Archosauria: Crurotarsi). In: EPICONTINENTAL TRIASSIC INTERNATIONAL SYMPOSIUM, Halle, **Abstracts...** HALLESCHES JÄRBUCH FÜR GEOWISSENSCHAFTEN, Reihe B, Beiheft, 5.: p.71-72.

HECKERT A.B. & LUCAS S.G., 1999 – A new aetosaur (Reptilia: Archosauria) from the upper triassic of texas and phylogeny of aetosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **19**(1):50-68.

KATOO, Y., 1971 – **Conchostráceos Mesozóicos do Sul do Brasil: contribuição à estratigrafia das Formações Santa Maria e Botucatu**. Porto Alegre, 87p. Dissertação (Mestrado em Geociências) Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LONG, R.A. & MURRY, P.A., 1995 – Late Triassic (Carnian and Norian) tetrapods from the Southwestern United

States. **New Mexico Museum of Natural History & Science Bulletin**, Albuquerque, **4**:1-254.

LUCAS, S.G. & HECKERT, A.B., 2001 – The Aetosaur stagonolepis from the Upper Triassic of Brazil and its biochronological significance. **Neues Jahrbuch fur Geologie und Palaontologie**, Stuttgart, Monatshefte (12):719-732.

PINTO, I.D., 1956 – Artrópodos da Formação Santa Maria (Triássico Superior) do Rio Grande do Sul, com notícias sobre alguns restos vegetais. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, **5**(1):75-87.

SCHULTZ, C.L., 1995 – Subdivisão do Triássico do RS com base em macrofósseis: problemas e perspectivas. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia/ UBEA/PUCRS - Série Ciências da Terra**, Porto Alegre, **1**:25-32.

SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C., 1994 – Uma nova proposta de zoneamento bioestratigráfico para o Triássico Superior Sul-rio-grandense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38., Camboriú. **Boletim de Resumos Expandidos**, **1**: SBG, p.107-108.

SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C., 1998 – Biostratigraphy of Southern Brazilian Upper Triassic. In: EPICONTINENTAL TRIASSIC INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 5., Halle. **Abstracts...** Hallesches Järbuch für Geowissenschaftten, Reihe B, Beiheft. p.159-160.

SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C., 2000 – Biostratigraphy of Southern Brazilian Middle-Upper Triassic. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, **47**(4):491-494.

ZACARIAS, J.D., 1982 – **Uma nova espécie de tecodonte aetossáurio Aetosauroides subsulcatus sp.nov. da Formação Santa Maria, Triássico do Rio Grande do Sul, Brasil**. Porto Alegre. 61p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.155-162, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

A FAUNA DINOSSAURIANA DA LAJE DO CORINGA, CRETÁCEO MÉDIO DO NORDESTE DO BRASIL [1]

(Com 2 figuras)

MANUEL ALFREDO MEDEIROS [2]
CESAR LEANDRO SCHULTZ [3]

RESUMO: Na Bacia de São Luís, no norte do Maranhão, um espesso pacote sedimentar documenta o Eocenomaniano. Na Ilha do Cajual, Baía de São Marcos, um restrito mas muito rico sítio fossilífero apresenta um conjunto faunístico e florístico que compõe uma paleocomunidade continental mesozóica. O registro fóssil dessa assembléia tem como destaque a fauna dinossauriana, com muitos elementos identificáveis e que estão também presentes em depósitos do Cretáceo médio do norte africano. A existência de uma comunidade biológica sul-americana similar à africana, em uma época em que o Atlântico Sul estava no início de sua formação, representa uma herança do Gondwana, mas pode também evidenciar a existência de conexões sub-aéreas entre América do Sul e África durante o Albiano tardio ou Cenomaniano.

Palavras-chave: Cretáceo, Dinossauros, Gondwana, Itapecuru, Formação Alcântara.

ABSTRACT: The dinosaurian fauna of "Laje do Coringa", Middle Cretaceous of Northeastern Brazil.

In the São Luís basin, northern Maranhão State (Northeastern Brazil), a thick succession of sedimentary deposits documents the Eocenomanian time. A small, isolated but very rich fossiliferous site crops out at Cajual Island, São Marcos bay. It has yielded a faunistic and floristic record that represents a mesozoic continental paleocommunity with a remarkable dinosaurian fauna. Several elements have been identified and they form an assemblage which is similar to that found in the Middle Cretaceous deposits of Northern Africa. The occurrence of these similar biological communities in Africa and South America at a time when the South Atlantic ocean was still narrow represents an heritage from Gondwana, but may also evidence the existence of land connections between these two continents during Late Albian or Cenomanian times.

Key words: Cretaceous, Dinosaurs, Gondwana, Itapecuru, Alcântara Formation.

INTRODUÇÃO

A Bacia de São Luís estende-se ao longo do litoral norte e noroeste do Estado do Maranhão, com uma área emersa de 15.000km² (RODRIGUES, LOVATO & CAYE, 1990) e tem seu arcabouço estrutural dominado principalmente por rochas cretácicas dos grupos Codó-Grajaú (Aptiano) e Itapecuru (Albiano – Cenomaniano) (MESNER & WOOLDRIDGE, 1964; ARANHA *et al.*, 1990). É uma das bacias mesozóicas brasileiras formadas na margem continental como resultado da separação das placas que deram origem à América do Sul e África, durante a fragmentação do Gondwana. Desde meados do século XX, têm sido relatadas ocorrências de fósseis de vertebrados nas falésias litorâneas da Baía de São Marcos (PRICE, 1960). Em 1994 foi localizado em uma das praias da Ilha do Cajual, um restrito mas muito rico sítio fossilífero (Fig. 1) onde afloram ossos de dinossauros, crocodilos, peixes dulciaquícolas e troncos petrificados (CORRÊA-MARTINS, 1997). O sítio, um horizonte da Formação Alcântara, Grupo Itapecuru (ver ROSSETTI, 1997, MEDEIROS, 2001), foi batizado de Laje do Coringa (ver CORRÊA-MARTINS,1997), e desde então, coletas sistemáticas vêm sendo realizadas por equipes das universidades federais do Maranhão (UFMA) e do Rio de Janeiro (UFRJ). O presente trabalho apresenta os resultados iniciais do estudo da fauna da Laje do Coringa, enfatizando sua similaridade com aquela do norte africano no mesmo período e as interpretações possíveis para tal fato.

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
Trabalho financiado pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

[2] Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Biologia, Campus do Bacanga. 65080-040, São Luís, MA, Brasil.
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Campus do Vale. 91509-900, Porto Alegre, RS, Brasil.

MATERIAL

O material aqui analisado foi coletado pelo Prof. M.A.Medeiros e colaboradores na Laje do Coringa (BRASIL, MARANHÃO, Município de Alcântara, Ilha do Cajual), entre 1994 e 2000, e está depositado na Coleção Paleontológica da UFMA, em São Luís.

Sauropoda, Titanosauridae

Um *centrum* vertebral dorsal (UFMA 1.10.176), um *centrum* vertebral caudal anterior-mediano (UFMA 1.10.174).

Sauropoda, Andesauridae

Um *centrum* vertebral caudal mediano-distal (UFMA 1.10.246), um *centrum* vertebral caudal distal (UFMA 1.10.049).

Sauropoda, Brachiosauridae? *Astrodon?*
Um *centrum* vertebral caudal mediano-distal (UFMA 1.10.286).

Theropoda, Sigilmassasauridae, *Sigilmassasaurus*
Dois *centra* vertebrais caudais distais (UFMA 1.10.240 e 1.10.229).

Theropoda ? cf. *Baharijasaurus*

Um *centrum* vertebral caudal mediano (?) (UFMA 1.10.284).

Theropoda, Carcharodontosauridae, *Carcharodontosaurus*

Conjunto de 29 dentes representados pela peça UFMA 1.20.029.

Theropoda, Spinosauridae, *Spinosaurus*

Conjunto de 12 dentes pontiagudos representados pelo elemento UFMA 1.20.070.

RESULTADOS

Os *centra* UFMA 1.10.176 e 1.10.174 mostram caracteres diagnósticos da família Titanosauridae. Principalmente UFMA 1.10.174, caudal com 156mm de comprimento, acentuadamente procélico, com paredes laterais altas e levemente côncavas e a base do arco neural antero-dorsalmente inclinada (Fig.2a).

Dois *centra* caudais mediano-distais (UFMA 1.10.246 e UFMA 1.10.049) mostram caracteres comparáveis a espécimes já descritos na literatura. UFMA 1.10.246 é maciço e possui comprimento de 147mm (Fig.2b). Está muito

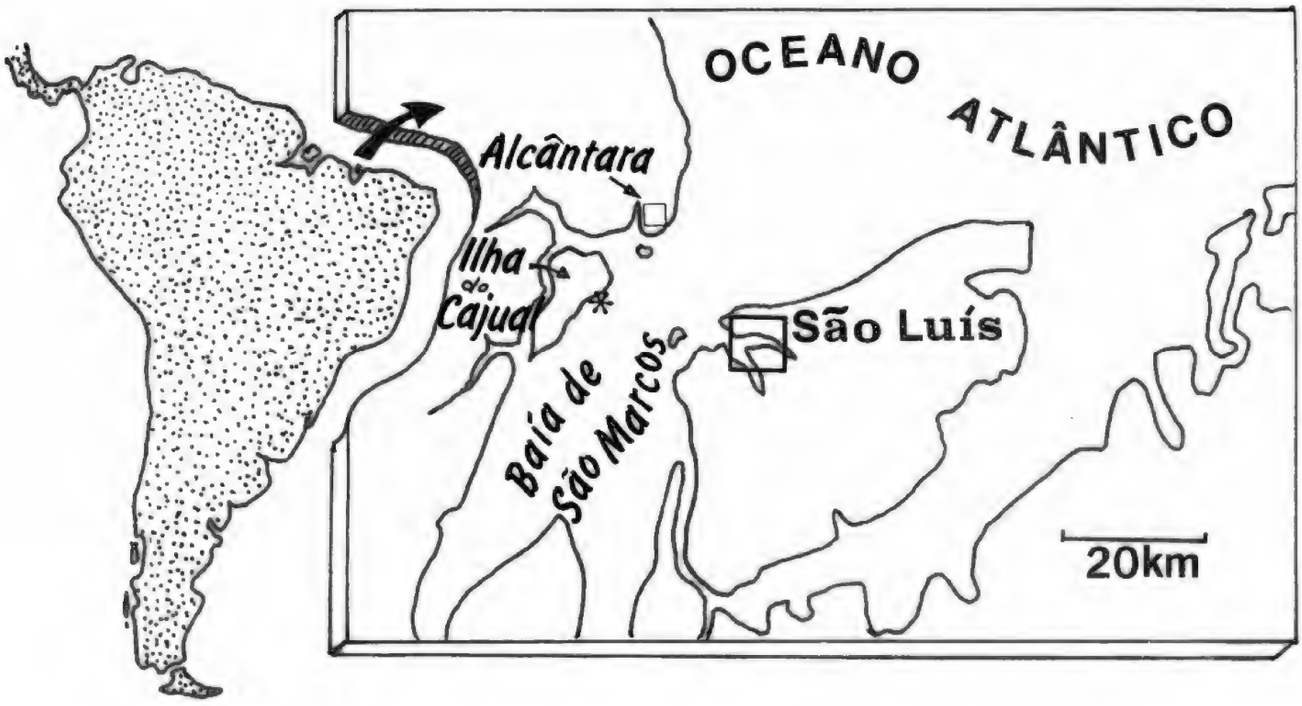


Fig.1- Localização da Ilha do Cajual, no norte do Maranhão. (*) posição da Laje do Coringa.

desgastado, mas parece ter sido um *centrum* levemente anficélico. Suas faces laterais são altas e levemente côncavas, e o local de sutura do arco neural é implantado mais anteriormente. É comparável àquele figurado por CALVO (1999, fig.6) referido a *Andesaurus delgadoi* Calvo & Bonaparte, 1991 do Albiano-Cenomaniano do norte da Patagônia argentina (ver CALVO & BONAPARTE, 1991), e também similar ao *centrum* figurado por RUSSELL (1996, fig.32b) do Albiano do Marrocos e referido a Andesauridae, gênero indeterminado. Pelo caráter muito fragmentário da peça, que dificulta uma diagnose mais conclusiva, o espécime brasileiro é aqui considerado como pertencente à família Andesauridae, gênero indeterminado.

O *centrum* caudal UFMA 1.10.286 tem 114mm de comprimento e mostra as suturas do arco neural largas e desviadas para a extremidade anterior (Fig.2c). É anficélico, com a face anterior mais cavada que a posterior. Em vista dorsal, a marca do canal neural é estreita no ponto mediano do *centrum* e alarga-se anteriormente e posteriormente. É comparável a uma vértebra descrita e figurada por LAPPARENT (1960, pl.VI, figs.14 e 15), mas sua forma mais alongada indica que teria ocupado uma posição mais distal na cauda. LAPPARENT (1960) considerou a vértebra oriunda do Saara como pertencente a *Astrodon* Johnston, 1859 (Brachiosauridae). O material aqui descrito é, no entanto, insuficiente para uma diagnose conclusiva. Portanto, apesar de se ter assumido anteriormente a denominação de *Astrodon*, com base na comparação com os achados norte-africanos (MEDEIROS & SCHULTZ 2001a), no momento torna-se mais prudente considerar que o material do norte do Maranhão pertence ao mesmo gênero (talvez à mesma espécie) que o descrito por LAPPARENT (1960), mas sem a certeza de que este *taxon* seja realmente *Astrodon*.

Dois outros *centra* (UFMA 1.10.240 e 1.10.229) são também associáveis a uma ocorrência até então exclusivamente africana. UFMA 1.10.240 (Fig.2d) tem comprimento de 94mm e é anficélico; em vista lateral é sub-retangular, com a borda ventral cavada. A base do espinho neural preservada é larga e postero-dorsalmente inclinada sem qualquer indicação de bifurcação - caracteres atribuídos a *Sigilmasasaurus brevicollis* RUSSELL (1996, fig.12e,f,g), terópode do Albiano do Marrocos.

O *centrum* UFMA 1.10.284 mede 77mm e parece ser um elemento caudal (Fig.2e). O canal neural percorre toda a borda dorsal. A face articular melhor preservada é côncava. Possui enormes pleurocelos laterais. É comparável àquele figurado por LAPPARENT (1960, pl.5, fig.4) e tentativamente referido a *Baharijasaurus ingens* Stromer, 1934, do Cretáceo médio africano. Porém, a peça não possui caracteres que permitam uma diagnose definitiva, e sua atribuição a *Baharijasaurus* é inconclusiva.

O dente UFMA 1.20.029 (juntamente com outros 28) possui carenas serrilhadas e nas faces labial e lingual ocorrem enrugamentos tênues. Mede 65,5mm de comprimento (Fig.2f). VILAS BÔAS *et al.* (1999) referiram esse padrão morfológico àquele de dentes terópode *Carcharodontosaurus saharicus* (Depéret & Savornin, 1927) (STROMER, 1931; LAPPARENT, 1960; BOUAZIZ *et al.*, 1988; SERENO *et al.*, 1996).

Um outro conjunto de 12 dentes tem como referência a peça UFMA 1.20.070, que é um dente longo (80mm), pontiagudo (Fig.2g) com duas carenas não serrilhadas que dividem a coroa em duas faces longitudinalmente sub-facetadas. É idêntico àqueles do terópoda *Spinosaurus aegyptiacus* Stromer, 1915 ou *Spinosaurus* sp. (STROMER, 1915; BOUAZIZ *et al.*, 1988; BUFFETAUT, 1989; KELLNER & MADER, 1997).

Associado a essa fauna dinossauriana, estão numerosos restos de peixes; entre eles foram identificados *Mawsonia* Mawson & Woodward, 1907, *Lepidotes* Agassiz, 1832, *Neoceratodus africanus* Haug, 1905 e tubarões hybodontiformes. Também estão presentes vegetais petrificados dos grupos Coniferales, Pteridophyta (Osmundaceae) e Equisetales.

DISCUSSÃO

O material fóssil exposto na Laje do Coringa é muito numeroso e variado, embora fragmentário, e inclui várias espécies de grupos diferentes de terópodes, saurópodes e peixes. É clara a semelhança da fauna representada no sítio com aquela do Mesocretáceo do norte da África. BEHRENSMEYER (1991) enfatiza que a ocorrência repetitiva de conjuntos faunísticos similares fortalece a possibilidade de existência

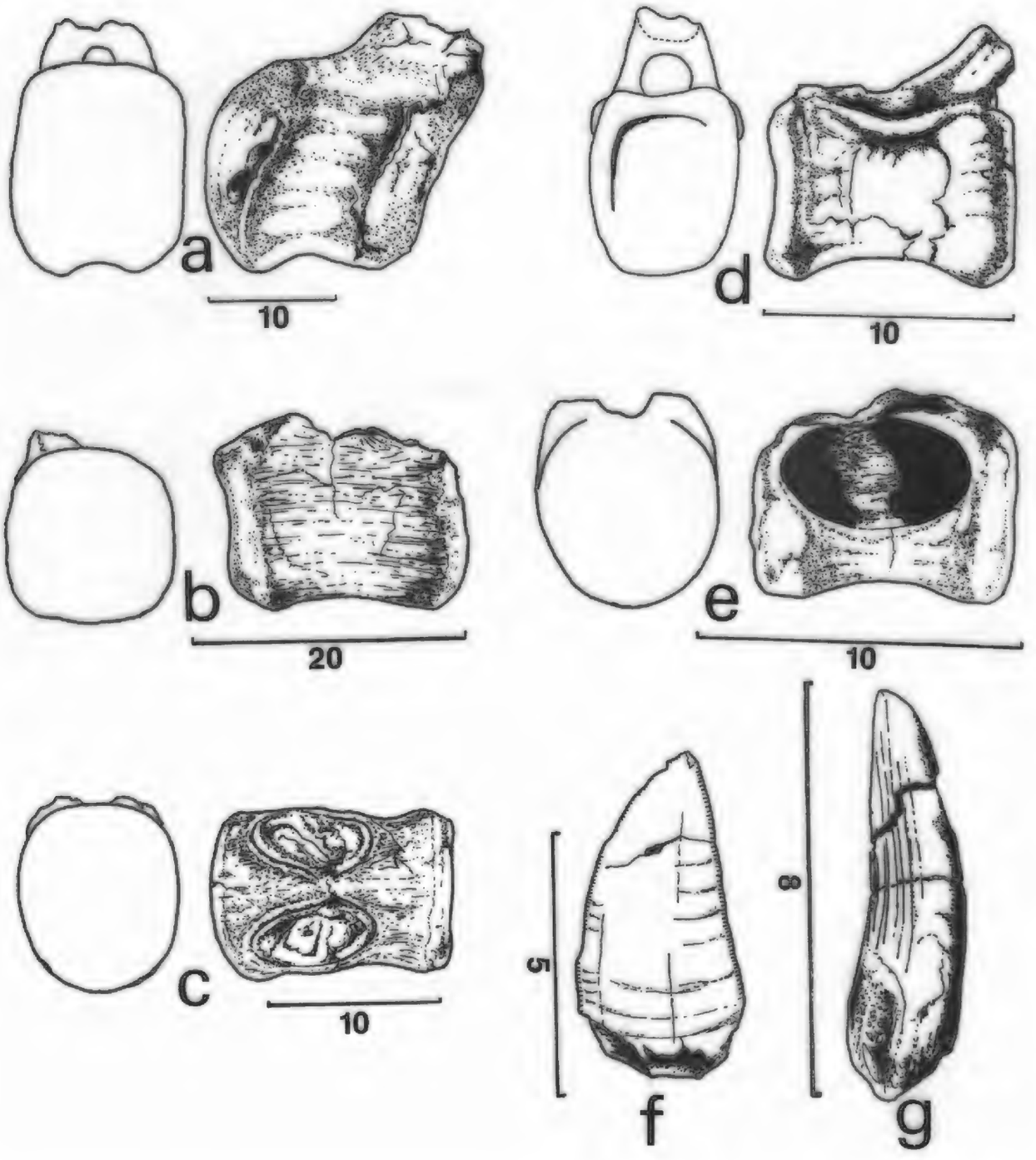


Fig.2- (a) UFMA 1.10.174: *Centrum* caudal anterior-mediano de Titanosauridae, gen. e sp. indet. em vistas posterior e lateral direita; (b) UFMA 1.10.246: *Centrum* caudal mediano-distal de Andesauridae, gen. e sp. indet. em vistas posterior e lateral esquerda; (c) UFMA 1.10.286: *Centrum* mediano-distal cf. *Astrodon* (Brachiosauridae) em vistas anterior e dorsal; (d) UFMA 1.10.240: *Centrum* caudal distal de *Sigilmassasaurus* (Sigilmassasauridae) (Sigilmassasauridae) em vistas posterior e lateral esquerda; (e) UFMA 1.10.284: *Centrum* caudal (?) cf. *Baharijasaurus*, Terópoda, *incertae sedis*, em vistas anterior (?) e lateral direita (?); (f) UFMA 1.20.029: dente de *Carcharodontosaurus*, (Carcharodontosauridae) possivelmente *C. saharicus* (Carcharodontosauridae); (g) UFMA 1.20.070: dente de *Spinosaurus* sp. (Spinosauridae). Escalas em centímetros.

de uma paleocomunidade espacialmente homogênea. Esse é o caso quando analisamos as assembléias de vertebrados do Mesocretáceo (principalmente Albiano e Cenomaniano) do norte africano e do nordeste brasileiro. A assembléia registrada na Laje do Coringa representa, portanto, uma fauna variada de animais que co-existiram interativamente.

Convém ressaltar que o estado fragmentário do material da laje não permite atribuições taxonômicas em nível específico. Além disso, o material norte africano estudado por LAPPARENT (1960), comparável ao aqui descrito, também é em parte fragmentário demais para assertivas indubitáveis. Desse modo, o estudo comparativo das duas faunas não pode precisar se *Astrodon* e *Baharijasaurus* estão, de fato, representados na assembléia da Laje do Coringa (apesar de o material do Saara e do norte maranhense pertencerem aos mesmos *taxa*, quaisquer que sejam), assim como não pode determinar com certeza se o *Carcharodontosaurus* (Depéret & Savornin, 1927) brasileiro é da espécie *C. saharicus*, o mesmo valendo para *Sigilmassasaurus* Russel, 1996 e *Spinosaurus* Stromer, 1915 (outros espinossaurídeos, inclusive, já foram encontrados no nordeste brasileiro – KELLNER & CAMPOS, 1996; KELLNER, 1996), mas mostra claramente que vários *taxa* são de fato compartilhados pelas faunas mesocretáceas da América do Sul e África, quaisquer que sejam as reais situações taxonômicas daqueles ainda problemáticos. O grau de similaridade observado entre as duas faunas transatlânticas é suficiente para se assumir que vários gêneros são compartilhados por elas. Não só os elementos diagnósticos individualmente são similares (dentes e vértebras), mas também a associação dos diferentes *taxa*, o que sugere um grau de diferenciação ainda incipiente, dos dois lados do Atlântico Sul, no Mesocretáceo.

Essa similaridade entre as duas faunas em regiões hoje separadas por milhares de quilômetros de oceano representa, obviamente, uma herança do Gondwana, mas pode também reforçar a suspeita de conexão sub-aérea entre os dois continentes algum tempo depois de sua separação (ver COX, 1980; RAGE, 1988; BUFFETAUT & RAGE, 1993). O registro do norte do Maranhão parece sugerir que pelo menos uma dessas conexões pode ter facilitado o fluxo faunístico entre o nordeste brasileiro e o noroeste africano (ver também CALVO & SALGADO 1996).

Dentes de *Carcharodontosaurus* e *Spinosaurus* foram recentemente coletados em sedimentos albianos de Itapecuru Mirim, no interior do Estado do Maranhão (MEDEIROS 2001, MEDEIROS & SCHULTZ 2001a) indicando que, no nordeste brasileiro, essa paleocomunidade viveu ao longo do Albiano e Cenomaniano. Apesar da similaridade entre os registros, e da possibilidade de pontes sub-aéreas, é esperado algum grau de diferenciação (pelo menos em nível específico ou sub-específico) entre as duas faunas, dado que, no Cenomaniano, o Atlântico Sul já constituía significativa barreira entre as populações dos dois continentes.

O tipo de ambiente inferido para a região da Ilha do Cajual, no norte do Maranhão, no Eocenomaniano, baseando-se em informações paleoflorísticas e paleofaunísticas (MEDEIROS, 2001; MEDEIROS, SCHULTZ & BOLZON, 2001) e, considerando-se também dados sedimentológicos e de estudos em palinomorfos (MESNER & WOOLDRIDGE, 1964; ROSSETTI, 1997; PEDRÃO *et al.*, 1993; 1996) é um amplo estuário com florestas de coníferas e pteridófitas, lagos e pântanos, representando bolsões de vegetação luxuriante em meio a um vasto ambiente semi-árido.

Este novo e grande volume de informações traz uma nova luz ao estudo paleobiogeográfico das faunas dinossaurianas da América do Sul, durante o Mesocretáceo. A fauna do norte do Maranhão é mais similar à norte africana que à sul-americana austral do mesmo período. O Mesocretáceo está bem estudado na Patagônia argentina (*e.g.* BONAPARTE, 1996; 1998 e referências ali citadas; CALVO, 1999), mas até agora não há registros de espinossaurídeos nem sigilmassasaurídeos compartilhados pelos depósitos africanos e norte maranhenses. Além disso, como já foi discutido, outros elementos fósseis descritos na fauna norte africana estão presentes na Laje do Coringa, mas têm ainda sua situação taxonômica indefinida. Porém, um grande volume de material coletado ainda está por ser estudado, na expectativa de que alguns deles venham a representar grupos sul-americanos já conhecidos. Estudos, ainda em andamento, revelam a ocorrência de um dinossauro Saltassaurino (MEDEIROS, 2002) e de

Rebbachisaurus Lavocat, 1954 (MEDEIROS & SCHULTZ, 2001b) na Laje do Coringa. Este último mostra caracteres comparáveis às formas argentina e norte africanas.

No Brasil, o Mesocretáceo é bem representado na Formação Santana, chapada do Araripe – Ceará, e muitas informações já foram obtidas sobre a fauna dinossauriana ali encontrada (KELLNER & CAMPOS, 1996; KELLNER, 1996; 1999; MARTILL *et al.*, 1996; FREY & MARTILL, 1995). Todos os dinossauros encontrados na região submetidos a um estudo taxonômico detalhado foram considerados espécies e gêneros inéditos: *Angaturama limai* (KELLNER & CAMPOS, 1996), *Irritator challengeri* (MARTILL *et al.*, 1996) e *Santanaraptor placidus* (KELLNER, 1999). É muito provável que a fauna da Chapada do Araripe seja algo similar à maranhense, devido à proximidade temporal e espacial entre elas. Elementos ósseos recentemente coletados na Laje do Coringa sugerem a ocorrência de um pequeno dinossauro coeluriforme no norte do Maranhão, mas o material não é suficiente para uma comparação com *Santanaraptor*. Os dentes do espinossaurídeo *Angaturama limai* são similares aos de *Spinosaurus*, mas a ocorrência dos dentes de Spinosauridae na Laje do Coringa associados a um conjunto faunístico típico do norte africano torna mais prudente a designação deles como *Spinosaurus*, como é aqui assumido. Mas não se pode desconsiderar a possibilidade de que esses dentes possam ter pertencido a *Angaturama*. Não se pode fazer comparações confiáveis entre as faunas do norte maranhense e da Chapada do Araripe com o material obtido até agora; são necessários novos achados para que se possa realizar um estudo mais conclusivo.

AGRADECIMENTOS

Aos senhores Itapotiara Vilas Bôas (UFMA), Sérgio Frazão (CLA) e Helena Pontes (UFMA), pela ajuda nos trabalhos de campo; ao Professor Dr. Robson Bolzon (UFPR), pela análise do material vegetal fóssil; à UFMA, UFRGS e CAPES, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, L.G.; LIMA, H.P.; SOUZA, J.M.P. & MAKINO, R.K., 1990 – Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. In: GABAGLIA, G.P.R. & MILANI, E.J. (Eds.). **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**. Rio de Janeiro: Petrobras. p.221-233.

BEHRENSMEYER, A.K., 1991 – Terrestrial vertebrate accumulations. In: ALLISON, P.A. & BRIGGS, D.E.G. (Eds.) **Taphonomy – Releasing the Data Locked in the Fossil Record**. New York: Plenum Press. p.291-335.

BONAPARTE, J.F., 1996 – **Dinosaurios de América del Sur**. Buenos Aires: Museo Argentino de Ciências Naturales Bernardino Rivadavia. 174p.

BONAPARTE, J.F., 1998 – **Los Dinosaurios de la Patagonia Argentina**. Buenos Aires: Museo Argentino de Ciencias Naturales. 46p.

BOUAZIZ, S.; BUFFETAUT, E.; GHANMI, M.; JAEGER, J.J.; MARTIN, M.; MAZIN, J.M. & TONG, H., 1988 – Nouvelles découvertes de vertébrés fossiles dans l'Albien du sud tunisien. **Bulletin de la Societé Géologique de France**, Paris, **4**(2):335-339.

BUFFETAUT, E., 1989 – New remains of enigmatic dinosaur *Spinosaurus* from the Cretaceous of Morocco and the affinities between *Spinosaurus* and *Baryonix*.. **Neues Jahrbuch für Geologieund Paläontologie, Mh.**, Stuttgart, **2**:79-87.

BUFFETAUT, E. & RAGE, J.C., 1993 – Fossil amphibians and reptiles and the Africa-South American connection. In: GEORGE, W. & LAVOCAT, R. (Eds.) **The Africa-South America Connection**. Oxford: Clarendon Press. p.87-99.

CALVO, J.O., 1999 – Dinosaurs and other vertebrates of the Lake Ezequiel Ramos Mexia area, Neuquén, Argentina. In: GONDWANAN DINOSAUR SYMPOSIUM, 2., Tokyo. **Proceedings...**, Tokyo: TOMIDA, Y., RICH, T.H. & VICKERS-RICH, P. (Eds.) (15):13-45.

CALVO, J.O. & BONAPARTE, J.F., 1991 – *Andesaurus delgadoi* gen. et sp.nov. (Saurischia, Sauropoda) Dinosaurio Titanosauridae de la Formación Rio Limay (Albiano – Cenomaniano) Neuquén, Argentina. **Ameghiniana**, Buenos Aires, **28**(3-4):303-310.

CALVO, J.O. & SALGADO, L., 1996 – A land bridge connection between South America and Africa during Albian-Cenomanian times based on sauropod dinosaurs evidence. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39., ANNUAL CONFERENCE OF SOUTH ATLANTIC MESOZOIC CORRELATIONS, 1. – IGCP Project N 381, Salvador. **Anais...**, Salvador: SBG - Núcleo Nordeste, 7, p.392-393.

CORRÊA-MARTINS, F.J., 1997 – A Laje do Coringa: um *bone-bed* da Formação Itapecuru (Cretáceo Superior da Bacia de São Luís - MA). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **69**(3):436-437.

COX, C.B., 1980 – An outline of the biogeography of the Mesozoic world. **Mémoires de la Societé Géologique de France**, Paris, **139**:75-79.

FREY, E. & MARTILL, D.M., 1995 – A possible oviraptosaurid theropod from the Santana Formation

(Lower Cretaceous, ? Albian) of Brazil. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Mh.**, Stuttgart, **7**:397-412.

KELLNER, A.W.A., 1996 – Remarks on brazilian dinosaurs. **Memoirs of the Quennsland Museum**, Brisbane, **39**(3):611-626.

KELLNER, A.W.A., 1999 – Short note on a new dinosaur (Theropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (49):1-8.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1996 – First Early Cretaceous theropod dinosaurs from Brazil with comments on Spinosauridae. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abh.**, Stuttgart, **199**(2):151-166.

KELLNER, A.W.A. & MADER , B.J., 1997 – Archosaur teeth from the Cretaceous of Morocco. **Journal of Paleontology**, Lawrence, **71**(3):525-527.

LAPPARENT, A.F., 1960 – Les dinosauriens du "continental intercalaire" du Sahara central. **Memoires de la Société Géologique de France, N.S.**, Paris, **88A**:3-56.

MARTILL, D.M.; CRUICKSHANK, A.R.I.; FREY, E.; SMALL, P.G. & CLARKE, M., 1996 – A new crested maniraptoran dinosaur from the Santana Formation (Lower Cretaceous) of Brazil. **Journal of the Geological Society**, London, **153**:5-8.

MEDEIROS, M.A. 2001 – **A Laje do Coringa (ilha do Cajual, bacia de São Luís, baía de São Marcos, MA): Conteúdo fossilífero, bioestratinomia, diagênese e implicações na paleobiogeografia do Mesocretáceo do nordeste brasileiro.** Porto Alegre, 137p. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MEDEIROS, M.A., 2002 – Ocorrência de um saltassaurino (Dinosauria, Titanosauridae) no Cenomaniano do nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 6., São pedro. **Boletim...**, São Pedro: SBP, p.99-102.

MEDEIROS, M.A. & SCHULTZ, C.L., 2001a – Uma paleocomunidade de vertebrados do Cretáceo Médio, Bacia de São Luís. In: ROSSETTI, D.F.; GÓES, A.M. & TRUCKENBRODT, W. (Eds.) **O Cretáceo na Bacia de São Luís - Grajaú**. Belém: Museu Emílio Goeldi. p.209-221.

MEDEIROS, M.A. & SCHULTZ, C.L., 2001b – *Rebbachisaurus* (Sauropoda, Diplodocimorpha) no Mesocretáceo do nordeste do Brasil. In: ENCONTRO DE ZOOLOGIA DO NORDESTE, 13., São Luís. **Resumos...**, São Luís: UFMA, p.166.

MEDEIROS, M.A.; SCHULTZ, C.L. & BOLZON, R.T., 2001 – Paleoambiente e paleoclima do Eocenomaniano do norte do Maranhão e aspectos da bioestratinomia e diagênese da Laje do Coringa, Ilha do Cajual (Formação Alcântara, Grupo Itapecuru). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 17., Rio Branco. **Resumos...**, Rio Branco: Universidade Federal do Acre, p.59.

MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, P., 1964 – Estratigrafia das bacias paleozóica e cretácea do Maranhão. **Boletim Técnico da Petrobrás**, Rio de Janeiro, **7**(2)abril-junho:137-164.

PEDRÃO, E.; ARAI, M.; CARVALHO, I.S. & SANTOS, M.H.B., 1993 – **Palinomorfos da Formação Itapecuru - análise palinológica de uma amostra de superfície da Ponta do Farol, São Luís - MA**. Relatório Técnico da Petrobras/Cenpes., Rio de Janeiro, p.1-10

PEDRÃO, E.; CARVALHO, I.S.; CORRÊA MARTINS, F.J.; SANTOS, M.H.B., 1996 – Palinoestratigrafia e análise quantitativa de amostras de superfície (Formação Itapecuru, bacia de São Luís). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **62**(2):268.

PRICE, L.I., 1960 – Dentes de Theropoda num testemunho de sonda no Estado do Amazonas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **32**(1):79-84.

RAGE, J.C., 1988 – Gondwana, Tethys, and terrestrial vertebrates during the Mesozoic and Cainozoic. In: AUDLEY-CHARLES, M.G. & HALLAM, A. (Eds.). **Gondwana and Tethys**. Londres: Geological Society Special Publication (37):255-273.

RODRIGUES, T.L.N.; LOVATO, O.G. & CAYE, B.R., 1990 – Contribuição à estratigrafia da Folha São Luís (AS. 23-Z-A)/MA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal. **Anais...**, Natal: SBG - Núcleo Nordeste, p.124-135.

ROSSETTI, D.F., 1997 – Internal architeture of mixed tide – and storm – influenced deposits: an example from the Alcântara Formation, northern Brazil. **Sedimentary Geology**, Amsterdam, **114**:163-188.

RUSSELL, D.A., 1996 – Isolated dinosaur bones from the Middle Cretaceous of the Tafilalt, Morocco. **Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle**, Paris, 4. Sér., **18**, Section C (2/3):349-402.

SERENO, P.C.; DUTHEIL, D.B.; LAROCHENE, M.; LARSSON, H.C.E.; LYON, G.H.; MAGWENE, P.M.; SIDOR, C.A.; VARRICCHIO, D.J. & WILSON, J.A., 1996 – Predatory dinosaur from the Sahara and Late Cretaceous Faunal differentiation. **Science**, Washington, **272**:986-991.

STROMER, E., 1915 – Ergebnisse der forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II- Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman). 3 - Das original des theropoden *Spinosaurus aegyptiacus* nov.gen., nov. spec. **Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften**, Munique, **28**:1-32.

STROMER, E., 1931 – Ergebnisse der forschungsreisen Prof. E. Stromers in den Wüsten Ägyptens. II- Wirbeltier-Reste der Baharîje-Stufe (unterstes Cenoman). 10 - Ein skelett-rest von *Carcharodontosaurus* nov.gen.

Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Munique, **9**:1-23.

VILAS BÔAS, I.; CARVALHO, I.; MEDEIROS, M.A. & PONTES, H., 1999 – Dentes de *Carcharodontosaurus* (Dinosauria, Tyrannosauridae) do Cenomaniano, Bacia de São Luís (norte do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **71**(4):846-847.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.163-170, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

ON A THEROPOD DINOSAUR (ABELISAURIA) FROM THE CONTINENTAL CRETACEOUS OF BRAZIL [1]

(With 4 figures)

ALEXANDER W. A. KELLNER [2]
DIOGENES DE ALMEIDA CAMPOS [3]

ABSTRACT: A new theropod (*Pycnonemosaurus nevesi* gen.nov., sp.nov.) is described, based on five incomplete teeth, parts of seven caudal vertebrae, a right pubis (lacking the proximal part), a right tibia, and the distal articulation of the right fibula. The specimen (DGM 859-R) was found in a red conglomeratic sandstone at the locality Fazenda Roncador (Mato Grosso), which is referred to the Upper Cretaceous Bauru Group. *Pycnonemosaurus nevesi* is classified in the Abelisauria because of the expanded distal ends of the transverse processes in some (but not all) caudal vertebrae. It differs from all other members of this clade by its small pubic foot and hatchet-shaped cnemial crest of the tibia. This new taxon confirms the presence of abelisaurs in the continental Upper Cretaceous strata of Brazil.

Key words: Dinosauria, Theropoda, Cretáceo, Mato Grosso, Brazil.

RESUMO: Sobre um novo dinosauro (Abelisauria) do Cretáceo continental do Brasil.

Um novo terópode (*Pycnonemosaurus nevesi* gen.nov., sp.nov.) é descrito baseado em cinco dentes incompletos, partes de sete vértebras caudais, pubis direito (sem a parte proximal), tíbia direita, articulação distal da fíbula direita. Esse espécime (DGM 859-R) foi encontrado em um conglomerado arenítico avermelhado na localidade Fazenda Roncador (Mato Grosso), referida ao Grupo Bauru (Cretáceo Superior). *Pycnonemosaurus nevesi* é classificado dentro de Abelisauria devido à presença de algumas vértebras caudais (não todas) com a parte distal do processo transverso expandido. Essa espécie se diferencia dos demais membros deste clado principalmente pelo processo distal do púbis pequeno e pela crista cnemial da tíbia em forma de machado. Esse novo táxon confirma a presença de abelissauros nos depósitos continentais do Cretáceo Superior do Brasil.

Palavras-chave: Dinosauria, Theropoda, Cretáceo, Mato Grosso, Brasil.

INTRODUCTION

According to the catalog of the Museu de Ciências da Terra (DNPM, Rio de Janeiro), during 1952/1953 Llewellyn Ivor Price went to the farm "Roncador" in the State of Mato Grosso and collected several dinosaur bones. The remains were found by the owner of the farm, Max de Barros Erhart, and his workers at a site near Paulo Creek. The most important specimen was an incomplete skeleton of a large theropod (DGM 859-R), which was found associated with several isolated sauropod bones, including procoelic caudals referable to the Titanosauridae. The theropod material, briefly mentioned before (BERTINI, 1996; KELLNER & CAMPOS, 2000a,b), represents a new abelisaur taxon that is described here and compared to the other members of this clade, particularly with *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, 1985, *Xenotarsosaurus bonapartei* Martínez, Giménez, Rodriguéz & Bochatey, 1986; *Llokelesia aguadagrandensis* Coria & Salgado, 1998; and *Aucasaurus garridoi* Coria, Chiappe & Dingus, 2002.

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

Theropoda Marsh, 1881
Abelisauria Novas, 1992
Abelisauridae Bonaparte & Novas, 1985
Pycnonemosaurus gen.nov.

Diagnosis – Abelisaur with the following autapomorphies: tibia with hatchet-shaped cnemial crest; pubis with a relatively small pubic foot; caudal vertebrae showing moderate distal expansion of the transverse processes.

Type species – *Pycnonemosaurus nevesi* sp.nov.

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.
[2] Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
[3] Museu de Ciências da Terra, Departamento Nacional da Produção Mineral (MCT/DNPM-RJ). Av. Pasteur 404, Urca, 22290-240. Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Fellow of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Etymology – From the Greek - *pycnós* - meaning dense + *némos* - meaning pasture, wood + *saûrus* - meaning reptile or lizard; in allusion to Mato Grosso, where the specimen was found.

Pycnonemosaurus nevesi sp.nov.
Figs.1-4

Diagnosis – the same as for the genus.

Etymology – in honor of Dr. Iedo Batista Neves (deceased in 2000), who encouraged paleontological studies, particularly of A.W.A.Kellner.

Holotype – incomplete skeleton (DGM 859-R) housed at the Museu de Ciências da Terra (MCT - DNPM, Rio de Janeiro), composed of five incomplete teeth, parts of seven caudal vertebrae (two incomplete, four caudal centra, one transverse process), several rib fragments, right pubis (lacking proximal part), right tibia, distal articulation of the right fibula, and several unidentified incomplete bones. All have been found associated and are regarded as belonging to the same individual.

Locality – the material was recovered from the Fazenda Roncador, close to Paulo Creek, about 1km S/SW of the main building of this farm, MATO GROSSO, BRAZIL. All were preserved in a red conglomeratic sandstone, which is referred to the Bauru Group. The age of the outcrops of the upper portion of this stratigraphic unit (Adamantina and Marília formations) in São Paulo (based on microfossils) is disputed, with some authors suggesting a Turonian to Maastrichtian age (DIAS-BRITO *et al.*, 2001) while others restrict it to the Campanian-Maastrichtian (GOBBO, PETRI & BERTINI, 1999).

DESCRIPTION AND COMPARISON

No elements of this partial skeleton are well preserved. The bone surface tends to be abraded, indicating that most elements were at least partially exposed at the outcrop before being collected. Some of the more incomplete and fragmentary material is still partially covered by red conglomeratic sandstone and can not be identified at this time.

TEETH (not figured). The five available teeth are incomplete, presenting only the dentine, and just one has some of the enamel preserved. The latter is the most complete (preserved length: 84.3mm; crown: 49.7mm) and showed what appeared to be wrinkles on the enamel (KELLNER & CAMPOS, 2000a), but further preparation indicated that this was an artifact. The anterior carina and a small part of the posterior carina are preserved, where denticles are positioned at an angle relative to the long axis of the tooth. There are 1.8 (on top) to 2.0 (on base) denticles per mm. The blood grooves extend from between the bases of adjacent denticles onto the surface of the crown, and are curved towards the base of the tooth. A detailed description (with illustrations) of this material will be presented elsewhere.

So far, no teeth have been described from other abelisaurs: the type of *Abelisaurus* lacks the dentition (BONAPARTE & NOVAS, 1985); *Carnotaurus sastrei* teeth are broken and partially covered by resin/plaster; the original material of *Indosuchus* is lost (CHATTERJEE, 1978), and no detailed description of the teeth of *Majungatholus* and *Aucasaurus* is available (SAMPSON *et al.*, 1998; CORIA, CHIAPPE & DINGUS, 2002).

CAUDAL VERTEBRAE (Fig.1). Remains of seven caudals are preserved: one left transverse process, four centra, and two fairly complete vertebrae lacking parts of the neural arches and the zygapophyses, all from the anterior portion of the tail. Based on their sizes (particularly the height of the centrum), the isolated centra occupied more proximal positions in the caudal sequence compared to the two complete ones, which are smaller (length of the centrum varies from 149 to 152mm). Whether or not the comparatively large transverse process and the largest centrum formed part of a same vertebra cannot be established at this point. Except for the second and third preserved vertebrae, none seem to have been articulated with each other. The dorsal surface of the four isolated centra clearly shows the contact surface with the neural arch, indicating that they were unfused and separated from each other before burial. All centra are spool-shaped, laterally compressed and amphicoelic, with the anterior articular surface more deeply concave than the posterior one. The ventral margin of each centrum is concave and the posterior end of the vertebra expands to project postero-ventrally. Small nutrient foramina pierce the lateral sides of the centra close to the contact with the neural arch. In ventral view, the middle part of the ventral surface of the centrum has a flat or slightly concave surface, which curves anteroposteriorly. The last three preserved caudals have paired depressions for the chevrons at the posterior end; none was observed at the anterior border.

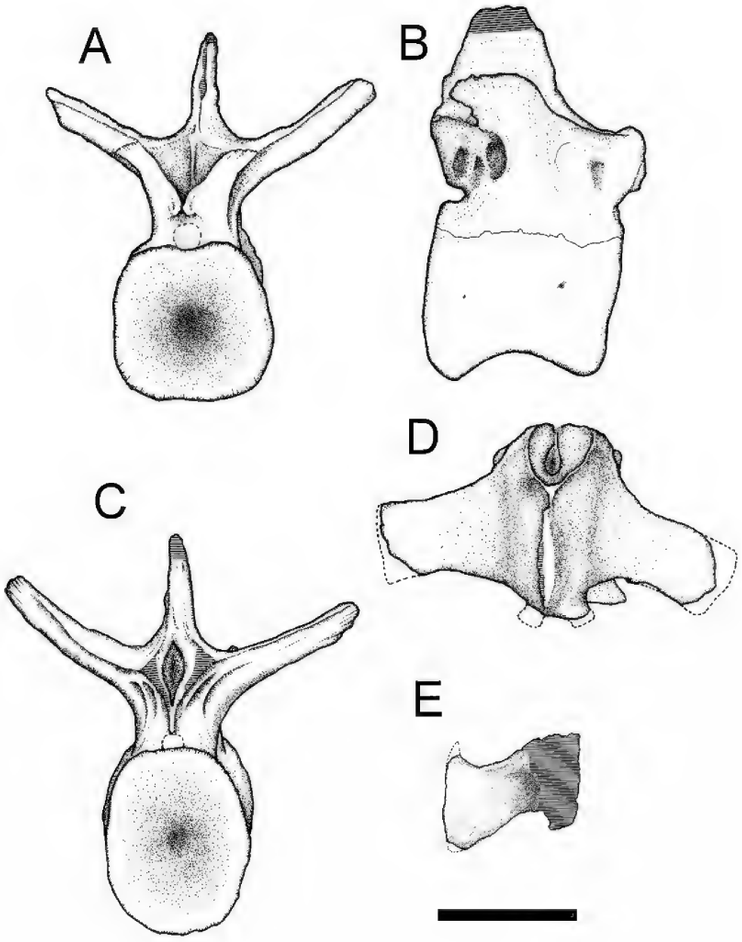


Fig.1- *Pycnonemosaurus nevesi* sp.nov. (DGM 859-R), caudal vertebra in anterior (A), right lateral (B), posterior (C), and dorsal (D) view; isolated caudal transverse process (E) in dorsal view - note the expanded distal end. Scale bar: 100mm.

The neural arch can only be observed in two vertebrae. In both the sutures with the centrum are partly obliterated, indicating that fusion was in progress. The neural spine is incomplete in both, but based on the preserved parts is directed dorsoposteriorly. Hyposphene and hypanthrum are present. Three depressions can be observed on the lateral side: near the prezygaphophyses, at the lateroposterior base of the transverse process, and on the lateral side of the hyposphene (ventral to the postzygapophyses). Transverse processes are anteroposteriorly wide, directed dorsolaterally (in proximal view) and posteriorly (in dorsal view), and are slightly expanded distally. The isolated transverse process that belongs to a much larger element shows the distal end more anteroposteriorly expanded, and had an anterior projection (incomplete in this specimen).

Other abelisaurs from which caudal vertebrae are described are *Carnotaurus sastrei*, *Llokelesia aguadagrandensis* and *Aucasaurus garridoi* (one specimen of *Majungatholus* has part of the tail preserved, but it was not studied so far [SAMPSON *et al.*, 1998]). In *Carnotaurus*, the first six caudals were found articulated but preserved to different degrees. The distal end of the transverse processes are expanded, but become less pronounced in subsequent caudals. Although the exact positions in the tail of the preserved caudals of *Pycnonemosaurus nevesi* are not known, direct comparisons indicate that the expansion of the transverse processes is not developed to the same degree as in *Carnotaurus*. In the last preserved caudals, the transverse processes are hardly expanded at all. The centra of *Pycnonemosaurus nevesi* tend to be taller than wide, while in *Carnotaurus* they tend to be more circular.

The caudals of *Llokelesia* belong to the mid-distal section of the tail and have the transverse processes more horizontal compared to *Pycnonemosaurus* (and *Carnotaurus*), with the distal end of the transverse processes more expanded. The preserved caudal centra of *Llokelesia* are comparatively broader than the ones of *Pycnonemosaurus*, but this could be related to the different positions that those elements occupy in the tail.

The most complete published caudal series of an abelisaur belongs to *Aucasaurus* and comprises the first 13 elements of the tail. The main difference with *Pycnonemosaurus* is the awl-like projections of the transverse processes present in all caudals of *Aucasaurus*.

Lastly, some authors consider *Ligabueino andesi* Bonaparte, 1996 as a member of the Abelisauria (*e.g.*, CORIA & SALGADO, 1998), of which only one caudal is known. This element is apparently from the posterior portion of the tail. It is more elongated anteroposteriorly and lacks a distal expansion on the transverse processes being therefore very different from *Pycnonemosaurus nevesi* and all other abelisaurs for which caudals are known.

PUBIS (Fig.2A, B). Only the right pubis is preserved, lacking the proximal part (preserved length: 778mm). It is an elongate and slender bone. The distal part of the shaft is dorsoventrally flattened, turning more rounded proximally. In lateral view, this bone is essentially straight. Medially it has a well developed crest that likely contacted the opposite pubis. This crest ends proximal to the anteroventral tip of the pubic foot. Although the exact extension of the pubic symphysis is not known, it did not extend to the anteroventral tip of the pubis. The pubic foot is comparatively small (243mm), less than 30 % of the preserved pubic length. The anterior part (anterior to the intersection of the central axis of the pubic shaft and the longitudinal axis of the pubic foot) is only a little smaller (110mm) than the posterior part (133mm). The latter is laterally compressed and does not project very far posteriorly. On the anterolateral surface, the pubic foot has a protuberance for muscle attachment.

The only other abelisaur in which the pubis is described is *Carnotaurus* (BONAPARTE, NOVAS & CORIA, 1990). In *Pycnonemosaurus* this bone differs mainly by the smaller size of the pubic foot (particularly the posterior expansion) and by the presence of a protuberance on the anterolateral surface of the pubic foot. Apparently also *Aucasaurus* has a comparatively larger pubic foot (see CORIA, CHIAPPE & DINGUS, 2002: fig.1).

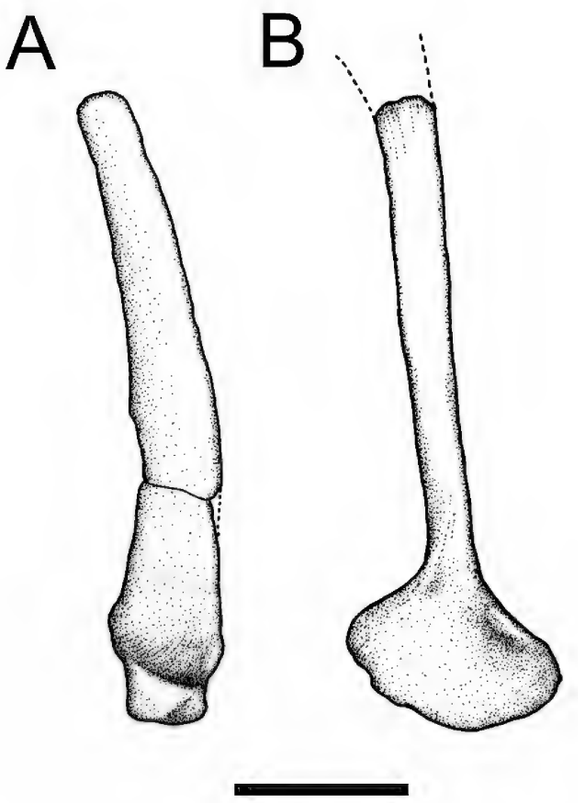


Fig.2- *Pycnonemosaurus nevesi* sp.nov. (DGM 859-R), right pubis (incomplete) in anterior (A) and lateral (B) views. Scale bar: 200mm.

TIBIA (Fig.3A-D). The right tibia of *Pycnonemosaurus nevesi* is fairly complete, although several parts of the shaft have been restored by plaster (possibly during the collection of this specimen). The length of the shaft is 782mm, but the maximum length of this bone, including the cnemial crest, is ca. 845mm. The shaft tends to be straight and has an oval transverse section, being compressed anteroposteriorly (middle portion: 124 x 99mm; minimum circumference: 367mm). The proximal articulation is incomplete and lacks part of the medial surface. The preserved part is 145mm wide (reconstructed mediolaterally: ca. 155mm) and, considering the cnemial crest, 35mm long (anteroposteriorly). The separation between lateral and medial portions of the proximal articulation is made by a shallow intercondylar groove. Between the fibular articulation and the cnemial crest there is a deep *incisura tibialis*. The cnemial crest is very pronounced and projects anterodorsally. Its distal portion is expanded dorsoventrally (195mm) with a constricted neck (150mm), giving it a hatchet shape (Fig.3B,D). The ventral border of the cnemial crest

is slightly warped laterally. The fibular crest is not completely preserved in this specimen; the area right behind it has a well developed depression. The distal articulation is 235mm wide, with its largest anteroposterior length 129mm. A small portion of the medial margin is not preserved. The ventral margin (contact with the astragalus) is inclined lateromedially at an angle of 20-25° to the horizontal surface, with the deepest point at the lateral edge. The contact surface for the astragalus is indicated by a triangular depression on the anterior surface, which raises approximately 160mm up the tibia, roughly 19% of the total length of this bone.

Among abelisaurs, the tibia is only known in *Carnotaurus* (proximal part), *Xenotarsosaurus* (complete) and *Aucasaurus*. *Pycnonemosaurus* differs by having the distal end of the cnemial crest hatchet-shaped in side view. In *Aucasaurus*, the cnemial crest is subquadrangular (CORIA, CHIAPPE & DINGUS, 2002). In all four, the cnemial crest is directed anterodorsally. Based on the articulation surface for the astragalus, the astragalar ascending process in *Pycnonemosaurus* is comparatively wider, extending more laterally than in *Xenotarsosaurus*.

Another theropod was recently described in Argentina based on a hindlimb that shows some affinities with *Pycnonemosaurus nevesi*. This species, named *Quilmesaurus curriei* Coria, 2001, was found in the Allen Formation (Campanian - Maastrichtian), Rio Negro. It is based on the distal half of the femur and a complete tibia that showed no particular affinities within Theropoda (CORIA, 2001). The material is not well preserved and suffered from a great deal of compression. The cnemial crest of the tibia is distally expanded, but differs from *Pycnonemosaurus nevesi* by being hook-shaped. Nevertheless this similarity suggests that *Quilmesaurus curriei* might be also a member of the Abelisauria.

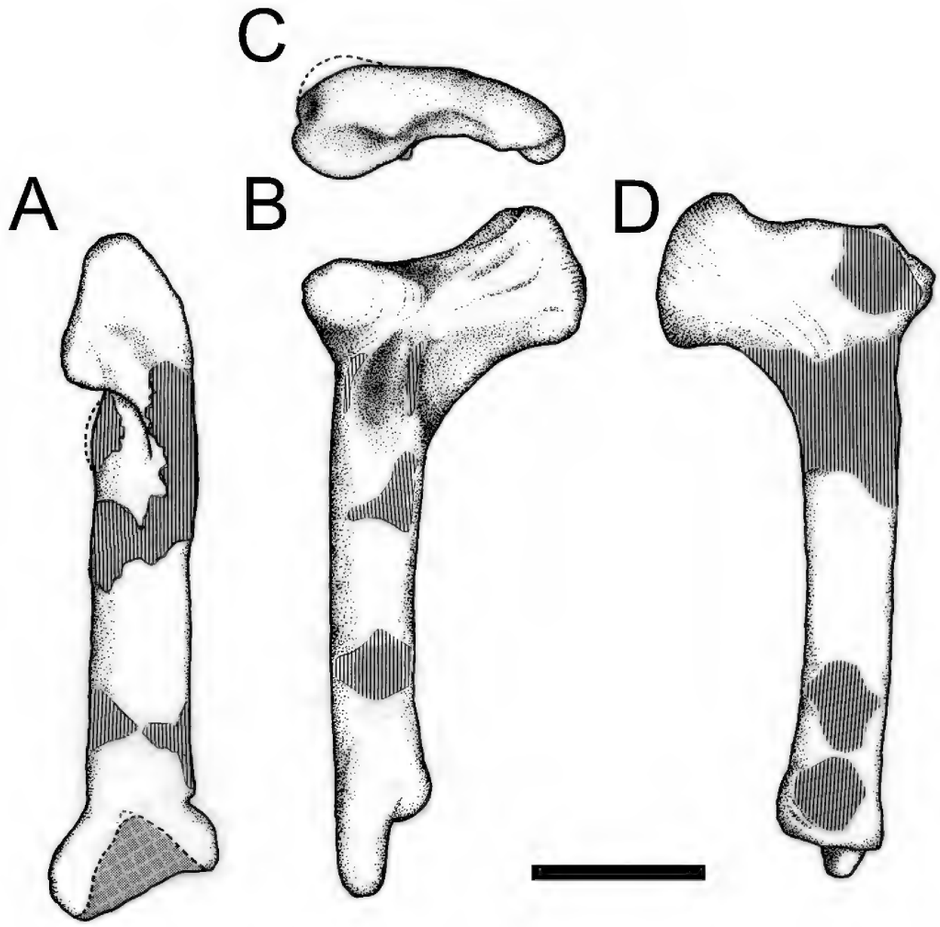


Fig.3- *Pycnonemosaurus nevesi* sp.nov. (DGM 859-R), right tibia in anterior (A), lateral (B), dorsal (C) and posterior (D) views. Scale bar: 200mm.

FIBULA (Fig.4A-D). Only the distal articulation of the right fibula is preserved (proximodistal length: 275mm). Despite its incompleteness, it is evident that this bone is much more slender than the tibia (maximum circumference: 140mm; corresponding part of tibia: 370mm). On the mediolateral edge, close to the distal articulation, the fibula has a crest-like protuberance. The lateromedial width (92mm) of the distal articulation is almost twice as large than the anteroposterior length (54mm).

Comparisons with other abelisaurs are limited because of its incompleteness and because this bone is only known in *Xenatarsosaurus* (MARTÍNEZ *et al.*, 1986). Although *Aucasaurus* has a complete fibula (CORIA, CHIAPPE, & DINGUS, 2002), it is not described or figured in detail to allow comparisons. In all three the fibula has a much smaller shaft than that of the tibia; whether or not *Xenatarsosaurus* and *Aucasaurus* also have a crest-like medial protuberance on the distal end like the one observed in *Pycnonemosaurus* is not known.

Besides the elements described here, the catalog of the MCT listed for this specimen (DGM 859-R) the distal portion of a scapula, one metatarsal and one large ungual. None of the incomplete remaining bones, however, fit these identifications; whether they were lost or if were misidentified cannot be ascertained at this time.

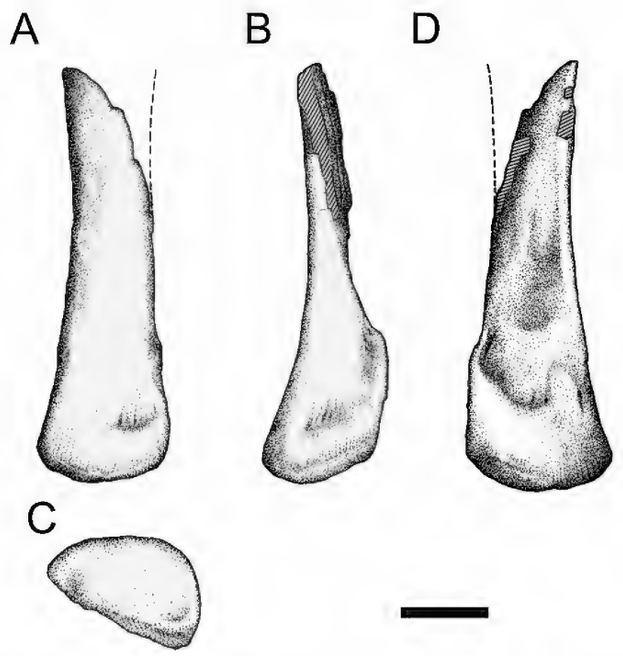


Fig.4- *Pycnonemosaurus nevesi* sp.nov. (DGM 859-R), distal end of the right fibula in lateral (A), anterior (B), distal (C) and posterior (D) views. Scale bar: 200mm.

DISCUSSION

Theropod material in Brazil is extremely rare. Besides teeth and footprints, only three taxa from Cretaceous strata have been described (two spinosaurids and one maniraptoriform), all from the Aptian-Albian layers of the Santana Formation (Romualdo Member) of the Araripe Basin (for a review see KELLNER & CAMPOS, 2000b). *Pycnonemosaurus nevesi* is the first theropod from the Paraná Basin (or Bauru Basin, see FERNANDES & COIMBRA [1996]) to be formally described.

The phylogenetic position of *Pycnonemosaurus nevesi* is difficult to establish, because most diagnostic characters of the main theropod groups reside in the skull (*e.g.*, SERENO, 1999). Although this is also the case for the abelisaurs (*e.g.*, NOVAS, 1997), *Pycnonemosaurus nevesi* is referred to this clade based on the caudal transverse processes that have anteriorly expanded distal ends, a feature reported in *Carnotaurus*, *Ilokelesia* and *Aucasaurus*, suggesting that it is an abelisaur synapomorphy (CORIA & SALGADO, 1998). As in *Carnotaurus*, the pubis of *Pycnonemosaurus* is straight (condition also observed in *Sinraptor* and *Giganotosaurus*). Both taxa have a small pubic foot (smallest in *Pycnonemosaurus*), that are still more expanded than in the Ceratosauria (*sensu* ROWE & GAUTHIER, 1990). *Pycnonemosaurus* has the anterior expansion of the pubic foot only moderately larger than the posterior, differing from most Tetanuran theropods where the posterior expansion is well developed (*e.g.*, *Allosaurus*, *Acrocanthosaurus*, *Giganotosaurus*, and the Tyrannosauridae). Furthermore, this Brazilian theropod lacks at least one Tetanuran synapomophy listed in the literature (*e.g.*, HARRIS, 1998; SERENO, 1999; CURRIE & CARPENTER, 2000): the distal end of the fibula expanded more than twice the minimum width of the fibular shaft. The abelisaur *Xenotarsosaurus* also has a more robust fibula than tetanurans (condition of *Carnotaurus* is unknown and condition of *Aucasaurus* was not reported).

Other features present in *Pycnonemosaurus* are difficult to evaluate. Although the astragalus in this new taxon is not preserved, the contact surface for the ascending process of this bone can be observed at the anterior face of the tibia, indicating that it occupied about 19% of the tibial length. This condition is similar to some tetanurans like *Allosaurus* and *Giganotosaurus* but distinct from *Sinraptor* (where this process is smaller) and from the Dromeosauridae (where this process is much taller). The condition in abelisaurs is unknown. In

Xenotarsosaurus, the extension of this process cannot be ascertained at this time (MARTÍNEZ *et al.*, 1986: fig.4B). In proximal view, the distal end of the tibia of *Pycnonemosaurus* is very similar to that of *Giganotosaurus* (Kellner, pers. observ.), with the ventral edge inclined to the same degree in respect to the horizontal plane (20-25°). The basal tetanuran *Torvosaurus* shows also a similar inclination, but here the whole distal portion of the tibia flares lateromedially (BRITT, 1991). These features are presently regarded to have been developed independently in these taxa.

To date, the Abelisauria comprise the following taxa, all monospecific: *Abelisaurus comahuensis* from the Allen Formation (Campanian), Rio Negro, Argentina (BONAPARTE & NOVAS, 1985); *Carnotaurus sastrei* from the La Colonia Formation (Late Cretaceous), Chubut, Argentina (BONAPARTE 1985; BONAPARTE, NOVAS & CORIA, 1990); *Xenotarsosaurus bonapartei* from the Bajo Barreal Formation (Late Cretaceous), Chubut, Argentina (MARTÍNEZ *et al.*, 1986); *Llokelesia aguadagrandensis* from the Rio Limay Formation (Albian-Cenomanian), Neuquén, Argentina (CORIA & SALGADO, 1998); *Aucasaurus garridoi* from the Río Colorado Formation (Campanian), Neuquén, Argentina;

Majungatholus atopus from the Late Cretaceous (?Campanian) of Madagascar (SUES & TAQUET, 1979; SAMPSON *et al.*, 1998); *Indosaurus matleyi* and *Indosuchus raptorius*, both from the Late Cretaceous Lameta Group, India (HUENE & MATLEY, 1933; BONAPARTE & NOVAS, 1985; MOLNAR, 1990). Some authors also include the poorly known Argentinean taxa *Noasaurus leali* Bonaparte & Powell, 1980 from the Lecho Formation (Maastrichtian), Salta and *Ligabueino andesi* from the La Amarga Formation (Neocomian), Neuquén in this group (*e.g.*, CORIA & SALGADO, 1998). From those, only five have published postcranial bones that can be compared with *Pycnonemosaurus*: *Carnotaurus sastrei* (caudals, proximal articulation of tibia, pubis), *Xenotarsosaurus bonapartei* (tibia), *Llokelesia aguadagrandensis* (caudals), *Aucasaurus garridoi* (caudals, tibia, fibula, pubis) and *Ligabueino andesi* (one caudal). Based on the expanded cnemial crest, *Quilmesaurus curriei* is tentatively referred to this theropod clade.

Despite the incompleteness of the new taxon, *Pycnonemosaurus* differs from *Carnotaurus* and *Xenotarsosaurus* by having a hatchet-shaped cnemial crest. *Aucasaurus* has a subquadrangular cnemial crest and does not show the expanded degree found in *Pycnonemosaurus*. Despite also having an expanded distal end of the cnemial crest the one of *Quilmesaurus curriei* differs from the new Brazilian form by being hook-shaped, with the anteroventral part remarkably expanded. *Pycnonemosaurus* also differs from *Carnotaurus*, *Llokelesia* and *Aucasaurus* by having caudals with less distally expanded transverse processes. The only caudal known from *Ligabueino* which is also supposed to be a member of the Abelisauria (*e.g.*, CORIA & SALGADO, 1998) is completely different from *Pycnonemosaurus* (and from all other abelisaurs). Lastly, *Pycnonemosaurus* has the smallest pubic foot (particularly the posterior end) of all other abelisaurs where this bone is known (*i.e.*, *Carnotaurus* and *Aucasaurus*).

Until now, no confirmed occurrence of Abelisauria has been recorded in Brazil. BERTINI (1996) referred an isolated tooth and a fragmentary premaxilla from outcrops of the Adamantina Formation (Bauru Group, São Paulo) to the Abelisauridae. Although the presence of abelisaurs in this region is possible, those specimens lack any diagnostic features that could substantiate this claim. This author further speculated that DGM 859-R (which is described here) belonged to the Abelisauridae (although mistakenly presenting a completely different locality). Indeed, based on current knowledge, *Pycnonemosaurus nevesi* is most likely referable to this clade, and is the first abelisaurid theropod recorded from Brazil to date. Based on the tibia, this taxon represented an animal between 6 to 7 meters in length.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Jorge O. Calvo (Museo de Geologia y Paleontologia, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén), María Edith Simón (Museu Municipal Ernesto Bachmann, El Chocón), José F. Bonaparte and Fernando Novas (Museu Argentino de Ciencias Naturales, Buenos Aires), for access to specimens under their care; Rodolfo A. Coria (Museo "Carmen Funes", Neuquén) and Leonardo Salgado (Museo de Geologia y Paleontologia, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén) are thanked for sending relevant references; the drawings were made by Maurílio S. Oliveira (Museu Nacional; FAPERJ grant: E-26/150.807/00). We also thank Jorge Calvo, Philip Currie (Royal Tyrrell Museum of Paleontology, Canada), and Fernando Novas for reviewing earlier drafts of the manuscript. The authors acknowledge the CNPq and FAPERJ – grant E-26/150.912/99, to A.W.A.Kellner, for partially supporting this project.

LITERATURE CITED

BERTINI, R.J., 1996 – Evidências de Abelisauridae (Carnosauria: Saurischia) do Neocretáceo da Bacia do Paraná. **Boletim, 4° Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil**, Unesp, Campus Rio Claro, São Paulo: 267-271.

BONAPARTE, J.F., 1985 – A horned Cretaceous carnosaur from Patagonia. **National Geographic Research**, Washington, **1**:149-151.

BONAPARTE, J.F. & NOVAS, F.E., 1985 – *Abelisaurus comahuensis*, n.g. et n.sp., Carnosauria del Cretácico Tardío de Patagonia. **Ameghiniana**, Buenos Aires, **21**(2-4):259-265.

BONAPARTE, J.F.; NOVAS, F.E. & CORIA, R.A., 1990 – *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, the horned, lightly build carnosaur from the middle Cretaceous of Patagonia. **Contributions Science, Natural History Museum Los Angeles County**, Los Angeles, **416**:1-42.

BRITT, B.B., 1991 – Theropods of Dry Mesa Quarry (Morrison Formation, Late Jurassic), Colorado, with emphasis on the osteology of *Torvosaurus tanneri*. **Brigham Young Geology Studies**, **37**:1-72.

CHATTERJEE, S., 1978 – *Indosuchus* and *Indosaurus*, Cretaceous carnosaurs from India. **Journal of Paleontology**, Iowa City, **52**:570-580.

CORIA, R.A., 2001 – New theropod dinosaur from the Late Cretaceous of Patagonia. In: TANKE, D.H. & CARPENTER, K. (Eds.) **Mesozoic Vertebrate Life**, Bloomington/ Indianapolis: Indiana University Press, 3-9.

CORIA, R.A.; CHIAPPE, L.M. & DINGUS, L., 2002 – A new close relative of *Carnotaurus sastrei* Bonaparte 1985 (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Patagonia. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, 22(2):460-465.

CORIA, R.A. & SALGADO, L., 1998 – A basal Abelisauria Novas, 1992 (Theropoda-Ceratosuria) from the Cretaceous of Patagonia, Argentina. **Gaia**, Lisboa, **15**:89-102.

CURRIE, P.J. & CARPENTER, K., 2000 – A new specimen of *Acrocanthosaurus atokensis* (Theropoda, Dinosauria) from the Lower Cretaceous Antlers Formation (Lower Cretaceous, Aptian) of Oklahoma, USA. **Geodiversitas**, Paris, **22**(2):207-246.

DIAS-BRITO, D.; MUSACCHIO, E.A.; CASTRO, J.C.; MARANHÃO, M.S.A.S.; SUÁREZ, J.M. & RODRIGUES, R., 2001 – Grupo Bauru: uma unidade continental do Cretáceo no Brasil - concepções baseadas em dados micropaleontológicos, isotópicos e estratigráficos. **Revue Paléobiologie**, Genève, **20**(1):245-304.

FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M., 1996 – A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **70**(3):647-676.

GOBBO, S.R.R.; PETRI, S. & BERTINI, R.J., 1999 – Ocorrências de ostrácodes na formação Araçatuba do Grupo Baurú, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná, e possibilidade de correlação com depósitos isócronos argentinos - parte 1: família Ilyocyprididae. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, **23**(49):3-13.

HARRIS, J.D., 1998 – A reanalysis of *Acrocanthosaurus atokensis*, its phylogenetic status, and paleobiogeographic implications, based on a new specimen from Texas. **Bulletin New Mexico Museum of Natural History**, Albuquerque, **13**:1-75.

HUENE, F. & MATLEY, C., 1933 – The Cretaceous Saurischia and Ornithischia of the central provinces of India. **Memoires Geological Survey of India**, **21**:1-74.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 2000a – New theropod dinosaur from the continental cretaceous of Mato Grosso, Brasil. In: Boletim de resumos, **2. Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados**, Museu Nacional, Rio de Janeiro: 30.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 2000b – Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **72**(4):509-538.

MARTÍNEZ, R.; GIMÉNEZ, O.; RODRÍGUEZ, J. & BOCHATEY, G., 1986 – *Xenotarsosaurus bonapartei* nov.gen. et sp. (Carnosauria, Abelisauridae) un nuevo Theropoda de la Formacion Bajo Barreal, Chubut, Argentina. **Actas IV Congreso Argentino Paleontología y Bioestratigrafia**, Mendoza, **2**:23-31.

MOLNAR, R., 1990 – Problematic Theropods: «Carnosaurs». In: WEISHAMPEL, D.B.; DODSON, P. & OSMÓLSKA, H. (Eds.) **The Dinosauria**. Berkeley: University of California Press, 306-317.

NOVAS, F.E., 1997 – Abelisauridae. In: CURRIE, P.J. & PADIAN, K. (Eds.) **Encyclopedia of Dinosaurs**. San Diego: Academic Press, 1-2.

ROWE, T. & GOUTHIER, J., 1990 – Ceratosauria. In: WEISHAMPEL, D.B.; DODSON, P. & OSMÓLSKA, H. (Eds.) **The Dinosauria**. Berkeley: University of California Press, 151-168.

SAMPSON, S.D.; WITMER, L.M.; FORSTER, C.A.; KRAUSE, D.; O´CONNOR, P.M.; DODSON, P. & RAVOAVY, F., 1998 – Predatory dinosaur remains from Madagascar: implications for the Cretaceous biogeography of Gondwana. **Science**, Washington, **280**:1048-1051.

SERENO, P., 1999 – The evolution of Dinosaur. **Science**, Washington, **284**:2137-2147. Available at: <http://www.sciencemag.org>.

SUES, H.D. & TAQUET, P., 1979 – A pachycephalosaurid dinosaur from Madagascar and a Laurasia-Gondwanaland connection in the Cretaceous. **Nature**, London, **279**:633-635.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.171-176, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

TEMPORAL VARIATION OF MORPHOLOGICAL DISPARITY IN THE SYNAPSIDA[1]

(With 3 figures)

MAURO J. CAVALCANTI [2]

ABSTRACT: Patterns of temporal variation of morphological disparity along 100 million years of synapsid evolution were analyzed with quantitative methods. Morphological disparity along four stratigraphic intervals (from Middle Carboniferous to Upper Triassic) was quantified by the maximum and mean pairwise dissimilarity among taxa and by the range and total variance of morphospace occupied. The greatest morphological disparity occurred in the Upper Permian, with an accentuated decline during the Permo-Triassic Crisis followed by another increase in the Middle and Upper Triassic, suggesting the existence of effective limits to the potential morphospace that could be explored during the evolution of this group.

Key words: morphological diversity, morphospaces, multivariate analysis, mammal-like reptiles, mass extinction.

RESUMO: Variação temporal da disparidade morfológica em Synapsida.

Os padrões de variação temporal da disparidade morfológica ao longo de 110 ma de evolução dos Synapsida foram analisados com métodos quantitativos. A disparidade morfológica ao longo de quatro intervalos estratigráficos (do Carbonífero Médio ao Triássico Superior) foi quantificada pelas distâncias máxima e média entre os táxons e pela amplitude e variância total do morfoespaço ocupado. A maior disparidade morfológica ocorreu no Permiano Superior, verificando-se um acentuado declínio da mesma durante a Crise Permo-Triássica e um novo aumento a partir do Triássico Médio e Superior, sugerindo a existência de limites efetivos ao morfoespaço potencial que pode ser explorado ao longo da evolução deste grupo.

Palavras-chave: diversidade morfológica, morfoespaços, análise multivariada, répteis mamaliformes, extinção em massa.

INTRODUCTION

The Synapsida or "mammal-like reptiles" were the dominant land vertebrates during the Permian and much of the Triassic, constituting a diverse and abundant group that later gave rise to the mammals.

Synapsid evolution spans an interval of 120 million years (from Carboniferous to Triassic) and has been characterized by three extensive adaptive radiations, each of which occurred after an extinction event that caused the disappearance of many of the lineages from the previous radiation (KEMP, 1982). During the Permo-Triassic Crisis a large fraction of synapsid families went extinct (ERWIN, 1994). A recent phylogenetic analysis of this group (SIDOR & HOPSON, 1998) suggested that rapid accumulation of derived characters was relatively infrequent in the synapsid lineage that gave rise to mammals, and that a gradual pattern of morphological change predominated during the evolution of this group.

The quantitative analysis of morphological diversity ("disparity" *sensu* GOULD, 1989) has attracted much interest in recent years (FOOTE, 1997). The use of numerical methods to analyze the occupation of multivariate spaces defined quantitatively ("morphospaces") makes possible the objective and precise description, interpretation, and comparison of patterns of morphological variation in a group of organisms, frequently allowing clarification of the evolutionary processes responsible for such patterns (GOULD, 1991). This approach is promising in the study of important paleobiological questions posed by the accumulation of data from the fossil record (JABLONSKI, 1999) and can, for example, contribute to a better understanding of the processes of survival and recovery following the great mass extinctions (ERWIN, 1998). Quantitative methods have been successfully applied to the investigation of patterns of morphological disparity in Paleozoic blastoids

[1] Received on July 31, 2001. Accepted on March 28, 2002.

[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Fellow of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).
E-mail: maurobio@acd.ufrj.br.

and trilobites (FOOTE, 1992, 1993) and Ordovician-Devonian crinoids (FOOTE, 1994, 1995), as well as to the comparison of anatomical designs in Cambrian and Recent arthropods and priapulids (WILLS, BRIGGS & FORTEY, 1994; WILLS, 1998).

However, there are no records in the paleontological literature of applications of this approach to the study of fossil vertebrates. The Synapsida offer an interesting opportunity to test the application of quantitative methods in the analysis of morphological disparity in a group of fossil vertebrates and investigate the effects of a mass extinction (in this case, the Permo-Triassic Crisis) on the evolution of the synapsid morphology.

MATERIAL AND METHODS

Data for this study as provided by SIDOR & HOPSON (1998). It consists of a matrix of 21 synapsid taxa and 181 qualitative multistate morphological characters (101 cranial, 21 dental, and 59 postcranial). The list of taxa and time scale used in this study are given in table 1.

This data matrix was used to obtain Manhattan distance matrices (SNEATH & SOKAL, 1973) among taxa. These matrices were computed for the full character set and for each individual set of characters, along four stratigraphic intervals (Middle Pennsylvanian, Late Permian, Middle Triassic, and Late Triassic), chosen to reflect a compromise between resolution and sample size

TABLE 1

Synapsid taxa and time scale used in this study

Number	Taxon	Period/Epoch	Stage/Sub-stage	FAD (ma)
1	Ophiacodontidae	Middle Pennsylvanian	Moscovian	310
2	Edaphosauridae	Late Pennsylvanian	Gzelian (Stephanian)	300
3	*Haptodus*	Late Pennsylvanian	Gzelian (Stephanian)	300
4	Sphenacodontidae	Late Pennsylvanian	Gzelian (Stephanian)	300
5	Biarmosuchia	Late Permian	Lower Kazanian	270
6	*Eotitanosuchus*	Late Permian	Lower Kazanian	270
7	Anteosauridae	Late Permian	Lower Kazanian	270
8	Estemmenosuchidae	Late Permian	Lower Kazanian	270
9	Anomodontia	Late Permian	Lower Kazanian	270
10	Gorgonopsidae	Late Permian	Upper Kazanian	266
11	Therocephalia	Late Permian	Upper Kazanian	266
12	*Dvinia*	Late Permian	Upper Tatarian	255
13	*Procynosuchus*	Late Permian	Upper Tatarian	255
14	Galesauridae	Late Permian	Upper Tatarian	255
15	*Thrinaxodon*	Lower Triassic	Lowest Induan	250
16	Cynognathia	Middle Triassic	Lowest Anisian	240
17	*Probainognathus*	Middle Triassic	Ladinian or Anisian	234
18	*Probelesodon*	Middle Triassic	Ladinian or Anisian	234
19	Tritheledontidae	Late Triassic	Norian (?Upper)	214
20	Morganucondontidae	Late Triassic	Norian (?Upper)	214
21	*Sinoconodon*	Early Jurassic	Lower Sinemurian	200

(FAD) First Appearance Date, estimated in millions of years before present.

(FOOTE, 1994). Distance matrices were then subjected to a principal coordinate analysis (SNEATH & SOKAL, 1973), and a minimum-spanning tree was superimposed on the ordination results. Morphological disparity was quantified by the maximum and average distance (dissimilarity) among taxa and by the range and total variance of morphospace occupied (FOOTE, 1994, 1997; WILLS, BRIGGS & FORTEY, 1994).

All statistical analyses were performed on an IBM-PC microcomputer with a 100MHz Pentium™ processor. Distance matrices and principal coordinates were computed using the NTSYS-pc package (ROHLF, 1993). Morphological disparity indices were calculated with programs in the C language written by Rick Lupia (available at http://geosci.uchicago.edu/paleo/csource/) and adapted by the author for running on the PC under MS-DOS with the DJGPP 32-bit compiler.

RESULTS AND DISCUSSION

Six eigenvectors with associated eigenvalues greater than zero, comprising 99.9% of the total morphological variation, were extracted from the distance matrix among taxa, computed from the data matrix of all characters. The projection of the scores of individual taxa on the first two eigenvectors, responsible for 85.8% of the total variation (Fig.1), displayed a pattern of morphospace occupation essentially concordant with the model of synapsid gradual evolution suggested by the phylogenetic analysis of SIDOR & HOPSON (1998).

Temporal patterns of morphological disparity and taxonomic diversity in each interval, as estimated by several indices (Tab.2), were similar for the full character set and for each individual character set (Figs.2, 3). The greatest morphological disparity in the Synapsida occurred in the Upper Permian, with an

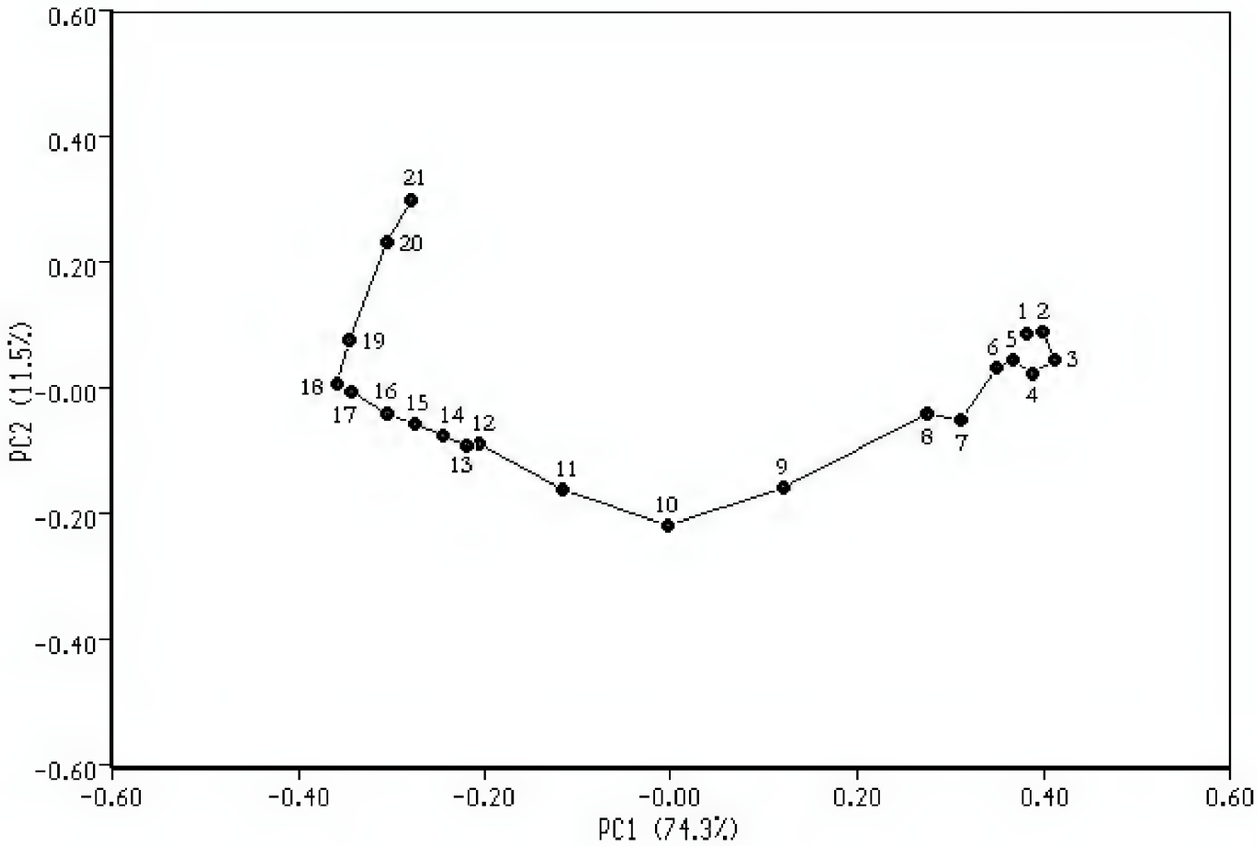


Fig.1- Projection of the scores of the synapsid taxa in the reduced space of first two principal-coordinate axes, with a minimum spanning tree superimposed upon the ordination (taxon numbers correspond to those of table 1).

TABLE 2

Morphological disparity and taxonomic diversity indices for the Synapsida in the Carboniferous-Triassic interval

interval	taxonomic diversity	range	total variance	maximum distance	average distance
1	4	2.7465	0.1832	0.29299	0.19147
2	10	3.7243	0.0924	0.65409	0.37943
3	4	2.3499	0.1695	0.14724	0.09800
4	3	1.0027	0.0687	0.32692	0.28340

(1) Middle Pennsylvanian, (2) Late Permian, (3) Middle Triassic, (4) Late Triassic.

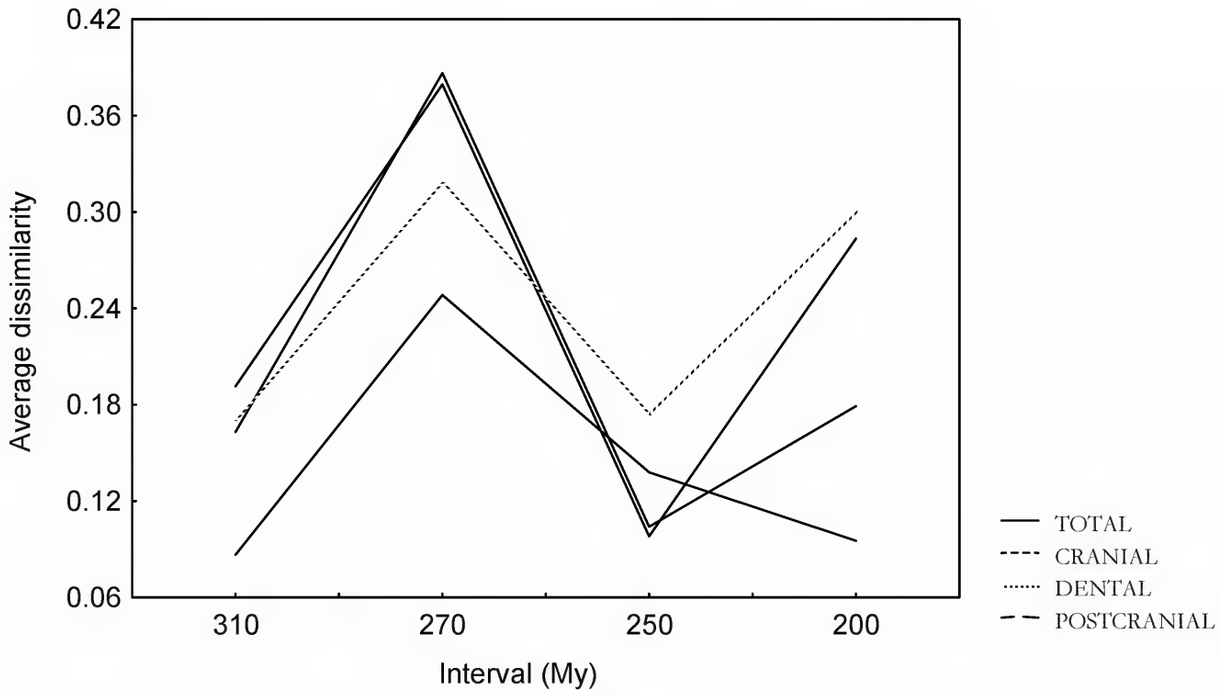


Fig.2- Temporal sequences of morphological disparity in the Synapsida based on the set of all characters and on each individual set of characters in the Carboniferous-Triassic interval, estimated by the mean pairwise dissimilarity between taxa.

accentuated decline during the Permo-Triassic Crisis followed by another increase in the Middle and Upper Triassic, reaching levels near those before the mass extinction. The diversity peaks before and after the Permo-Triassic Crisis seems therefore to have been reached at comparable rates.

The quantitative analysis of morphological disparity in the Synapsida suggests the existence of heterogeneities in certain regions of the morphospace, as those produced by increased extinction rates (FOOTE, 1993). Although synapsid evolution can be interpreted as a gradual process from a phylogenetic perspective, the quantitative analysis of morphological disparity in this group points out that the evolutionary patterns in the morphology of this group were not necessarily constant over time. In particular, the Permo-Triassic mass extinction had a pronounced effect on these patterns.

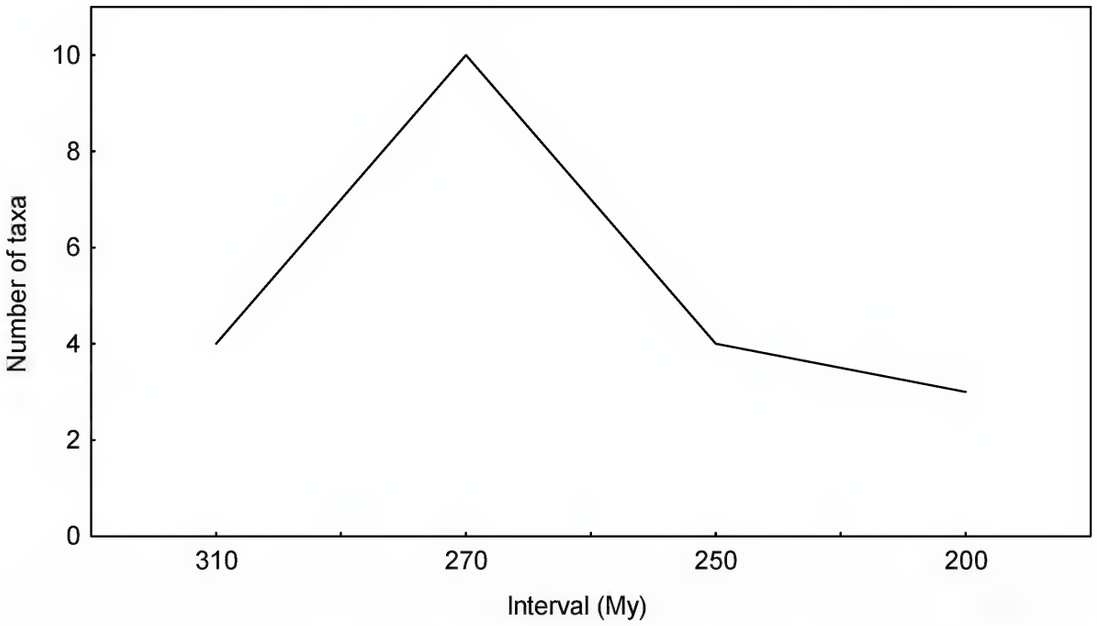


Fig.3- Temporal sequence of taxonomic diversity in the Synapsida in the Carboniferous-Triassic interval.

These results are consistent with those obtained in studies of morphological disparity in other groups (FOOTE, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996; LUPIA, 1999), suggesting some degree of common control on diversification patterns in these groups in geological time (FOOTE, 1993). While the accelerated morphological diversification of the Synapsida after the mass extinctions in the end of the Paleozoic can imply that species belonging to individual higher taxa rapidly occupied the ecological spaces available in the beginning of the Mesozoic (FOOTE, 1996) they also provide some support for the notion of the existence of effective limits to the potential morphospace that can be explored during the evolution of a group (THOMAS & REIF, 1993; FOOTE, 1993).

A more detailed analysis, based on a larger number of synapsid taxa, is still needed in order to reach more definite conclusions. However, it seems clear that the quantitative analysis of morphological disparity constitute a potentially very promising approach to the study of evolutionary patterns in fossil vertebrate groups.

ACKNOWLEDGMENTS

I thank Peter Roopnarine (California Academy of Sciences) for useful comments on an earlier version of the manuscript and Richard Lupia (University of Oklahoma) for making available the software for the analysis of morphological disparity data.

LITERATURE CITED

ERWIN, D.H., 1994 – The Permo-Triassic extinction. **Nature**, London, **367**:231-236.

ERWIN, D.H., 1998 – The end and the beginning: recoveries from mass extinctions. **Trends in Ecology and Evolution**, Cambridge, **13**:344-349.

FOOTE, M., 1992 – Paleozoic record of morphologic diversity in blastozoan echinoderms. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, Washington, **89**:7325-7329.

FOOTE, M., 1993 – Discordance and concordance between morphological and taxonomic diversity. **Paleobiology**, Lawrence, **19**:185-204.

FOOTE, M., 1994 – Morphological disparity in Ordovician-Devonian crinoids and the early saturation of morphological space. **Paleobiology**, Lawrence, **20**:320-344.

FOOTE, M., 1995 – Morphological diversification of Paleozoic crinoids. **Paleobiology**, Lawrence, **21**:273-299.

FOOTE, M., 1996 – Ecological controls on the evolutionary recovery of post-Paleozoic crinoids. **Science**, Washington, **274**:1492-1495.

FOOTE, M., 1997 – The evolution of morphological diversity. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, **28**:129-152.

GOULD, S.J., 1989 – **Wonderful Life: The Burgess**

Shale and the Nature of History. New York: Norton. 347p., il.

GOULD, S.J., 1991 – The disparity of the Burgess Shale arthropod fauna and the limits of cladistic analysis: why we must strive to quantify morphospace. **Paleobiology**, Lawrence, **17**:411-423.

KEMP, T.S., 1982 – **Mammal-like Reptiles and the Origin of Mammals**. New York: Academic Press. 363p., il.

LUPIA, R., 1999 – Discordant morphological disparity and taxonomic diversity during the Cretaceous angiosperm radiation: North American pollen record. **Paleobiology**, Lawrence, **25**:1-28.

JABLONSKI, D., 1999 – The future of the fossil record. **Science**, Washington, **284**:2114-2116.

ROHLF, F.J., 1993 – **NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System for the IBM-PC Microcomputer (and Compatibles), Version 1.8**. Setauket:Applied Biostatistics.

SIDOR, C.A. & HOPSON, J.A, 1998 – Ghost lineages and "mammalness": assessing the temporal pattern of character acquisition in the Synapsida. **Paleobiology**, Lawrence, **24**:254-273.

SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R., 1973 – **Numerical Taxonomy:** The Principles and Practice of Numerical Classification. San Francisco: W.H. Freeman. 573p., il.

THOMAS, R.D.K. & REIF, W.-E., 1993 – The Skeleton Space: a finite set of organic designs. **Evolution**, Lawrence, **47**:341-360.

WILLS, M.A., BRIGGS, D.E.G. & FORTEY, R.A., 1994 – Disparity as an evolutionary index: a comparison of Cambrian and Recent arthropods. **Paleobiology**, Lawrence, **20**:93-130.

WILLS, M.A., 1998 – Cambrian and Recent disparity: the picture from priapulids. **Paleobiology**, Lawrence, **24**:177-199.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.177-182, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

DESCRIÇÃO CRANIANA PRELIMINAR DE UM ESPÉCIME JUVENIL DE DICINODONTE (THERAPSIDA, ANOMODONTIA, DICYNODONTIA) DO TRIÁSSICO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL UMA DISCUSSÃO ACERCA DA VALIDADE DO GÊNERO *CHANARIA* COX, 1968[1]

(Com 2 figuras)

CIBELE SCHWANKE [2]
DIOGO JORGE DE MELO [3]

RESUMO: A análise da osteologia craniana de um exemplar juvenil de dicinodonte identificado como *Chanaria* Cox, 1968, proveniente dos níveis mesotriássicos da Formação Santa Maria (Rio Grande do Sul, Brasil) reacende a discussão acerca da validade do gênero em questão. Levando-se em consideração a problemática taxonômica que envolve os gêneros *Dinodontosaurus* Romer, 1943 e *Chanaria* e a definição de espécies de *Dinodontosaurus* baseadas em material juvenil, a morfologia do espécime sugere que os caracteres utilizados para a distinção genérica para os dicinodontes com presas ocorrentes em sedimentos de idade mesotriássica sul-americana possam representar diferenças individuais relacionadas ao estágio ontogenético do exemplar ou dimorfismo sexual.

Palavras-chave: Dicynodontia, Formação Santa Maria, Triássico.

ABSTRACT: Preliminary cranial description of a juvenile specimen of Dicynodont (Therapsida, Anomodontia, Dicynodontia), of the South-Brazilian Triassic - a discussion concerning to the validity of the *Chanaria* Cox, 1968

The preliminary analysis of the cranial osteology of a juvenile specimen of dicynodont assigned to *Chanaria* from the mesotriassic levels of the Santa Maria Formation (Rio Grande do Sul, Brazil) is presented, and the validity of the genus is discussed. Considering the taxonomic aspects involved in the classification of *Dinodontosaurus* Romer, 1943 and *Chanaria* and the definition of *Dinodontosaurus* species based on juvenile material, the morphology of the specimen suggests that the characters used for the generic distinction for the South American dicynodonts with tusks can represent individual differences, related to ontogenetic stages or sexual dimorphism.

Key words: Dicynodontia, Santa Maria Formation, Triassic.

INTRODUÇÃO

Fósseis de dicinodonte representam o material de tetrápodes herbívoros mais abundante nos níveis mesotriássicos da Formação Santa Maria aflorantes no Estado do Rio Grande do Sul. Em termos taxonômicos, *Dinodontosaurus* Romer, 1943 é o gênero mais representativo para o Triássico brasileiro, estando seguido por material atribuído à *Chanaria* Cox, 1968. Este gênero, para alguns autores (p.ex., KEYSER & CRUICKSHANK, 1979; KING, 1988; LUCAS & HARRIS, 1996) é considerado sinônimo de *Dinodontosaurus.*

Neste trabalho são descritos, de forma preliminar, aspectos relacionados à osteologia craniana de um exemplar juvenil de dicinodonte pertencente à coleção paleontológica do Museu de Ciências da Terra, catalogado e identificado como *Chanaria,* com o intuito de acrescentar novas informações que possam colaborar na elucidação da problemática taxonômica que envolve esse gênero. Com base nas características evidenciadas no espécime, sua determinação genérica é aqui reavaliada.

MATERIAL E MÉTODOS

O espécime aqui analisado está catalogado sob o número DGM-1478R da Coleção Paleontológica do Museu de Ciências da Terra, Departamento Nacional de Produção Mineral (RJ). É proveniente dos níveis mesotriássicos da Formação Santa Maria (Bacia do Paraná), localizados próximos à região de Pinheiros, Município de Candelária (Rio Grande do Sul). Os afloramentos típicos dessa região são caracterizados litologicamente por apresentarem espessuras consideráveis de lamitos (em torno de 10m), sem

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
Com auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (Proc. nº171-168/8).

[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. Rua São Francisco Xavier, 524/sala 504, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha. 20550-013, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

[3] Museu de Ciências da Terra, Departamento Nacional da Produção Mineral. Av. Pasteur, 504. 22290-240, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

que se observem arenitos fluviais em qualquer nível de seu perfil, sendo as concreções calcárias bastante freqüentes (BARBERENA, 1977) e consideradas integrantes da Cenozona de Therapsida (SCHULTZ, SCHERER & BARBERENA, 2000).

O exemplar DGM-1478R é constituído por um esqueleto parcialmente completo, com crânio e mandíbula associada, coluna vertebral completa e parte do esqueleto apendicular. Para a preparação do material utilizou-se inicialmente procedimentos químicos, com ataques de ácido clorídrico diluído, seguidos por preparação mecânica, com a utilização de instrumentos movidos à compressão (martelete vibrador), e esmeril. A porção já preparada e analisada corresponde à região cranial, taxonomicamente importante em dicinodontes, sobretudo as porções dorsal e laterais do crânio. O palato não pôde ser analisado, devido à adesão da mandíbula. A presença de elementos pós-cranianos aderidos ao occiput também impossibilitou a descrição da região occipital do material.

Por tratar-se de um espécime de pequenas dimensões, apresentando as superfícies dos ossos pouco rugosas e pequeno desenvolvimento dos caninos, e devido à qualidade de preservação do material, que apresenta suturas bem marcadas, sobretudo aquelas presentes na região dorsal do crânio, pode-se considerá-lo em estágio ontogenético juvenil e em excelente estado de fossilização. No entanto, a análise morfológica do exemplar permite determinar que o mesmo foi submetido a inúmeras compressões, sofridas durante o processo de diagênese, as quais acarretaram algumas deformações no crânio. Dentre essas, as mais significativas são: deslocamento lateral esquerdo da região rostral e teto craniano, provavelmente ocasionado por compressão transversal sofrida pelo crânio (Fig.1); forte compressão em sentido ventral atuante na região anterior do crânio, acarretando a perda da pré-maxila, fratura da região rostral e deslocamento acentuado em direção ventral da maxila na região correspondente ao processo caniniforme (Fig.2); leve achatamento da região temporal do crânio no sentido dorso-ventral, acarretando a quebra da barra pós-orbital, com leve deslocamento lateral do crânio para a esquerda (Figs.1-2).

MORFOLOGIA CRANIANA

Como muitos dos caracteres utilizados na distinção entre *Chanaria* e *Dinodontosaurus* estão relacionados às proporções craniais, optou-se por determinar as dimensões cranianas básicas do exemplar, no sentido de contribuir para futuras comparações métricas. Para tanto, foram retiradas as deformações mediante a análise dos esforços compressivos atuantes, resultando nas medidas aproximadas constantes na tabela 1. Embora o material esteja fraturado em sua região anterior, não sendo possível medir, com exatidão, o comprimento total do crânio, sua reconstituição nos permite assegurar que seu comprimento máximo estaria próximo a 16cm.

Norma Dorsal (Fig.1)

O crânio apresenta-se com aspecto geral triangular, sendo que a maior largura corresponde à região das abas dos esquamosais. Em sentido anterior, o crânio afila-se gradualmente até a região pré-orbital, onde alarga-se e assume um aspecto arredondado, conferindo, dessa forma, um amplo espaço internasal que impede a visualização das narinas dorsalmente. As órbitas são bem visíveis em norma dorsal, o mesmo ocorrendo para as fenestras temporais, de aspecto quadrangular.

A porção anterior do rostro não foi preservada, restando apenas a região de pré-maxila correspondente à sutura com os nasais. Esse limite é formado por uma projeção posterior da pré-maxila, em forma de cunha, que se insere sagitalmente entre os nasais.

Os nasais caracterizam-se por apresentar uma pequena zona de contato entre si, devido à expansão posterior da pré-maxila citada anteriormente e de uma projeção em sentido anterior dos frontais, que também se insere entre esses ossos na linha mediana. Não há qualquer sinal de cristas e sulcos percorrendo a região pré-orbital, comum em alguns dicinodontes. Através de um nítido contato na porção esquerda do crânio, verifica-se que o nasal sutura-se póstero-lateralmente com o pré-frontal. Esse osso é bem expressivo, de contorno arredondado, ocupando a maior parte da borda anterior da órbita.

A região interorbital é relativamente larga, formada pelos frontais, pré-frontais e pós-orbitais. As órbitas, embora visíveis nesta norma, são melhor caracterizadas em vista lateral. Os amplos frontais formam a maior parte desta região, devido a suas projeções laterais e posteriores.

A zona de contato entre nasais e frontais é bem definida no crânio DGM-1478R. Cada frontal expande-se anteriormente em direção aos nasais, na região mediana do crânio, formando uma feição em forma de "W". Na região interorbital, cada frontal emite uma expansão lateral que permite a

TABELA 1

Principais medidas do crânio DGM-1478R

EIXOS DE MEDIDAS DO CRÂNIO DGM-146	Valor das medidas (cm)
Comprimento máximo do crânio (valor estimado)	16
Largura máxima do crânio	17
Largura máxima entre os nasais, tomada na região posterior das narinas	7,7
Largura máxima do crânio na região dos pré-frontais	8,5
Distância interorbital mínima	5,4
Comprimento da órbita	3,9
Altura da órbita	3,8
Largura intertemporal	2,2
Largura da fenestra temporal	4,1
Comprimento da fenestra temporal	4,3
Largura da região occipital	17,2
Altura máxima do crânio (valor estimado)	11,8
Comprimento do crânio tomado na região intertemporal	13,3

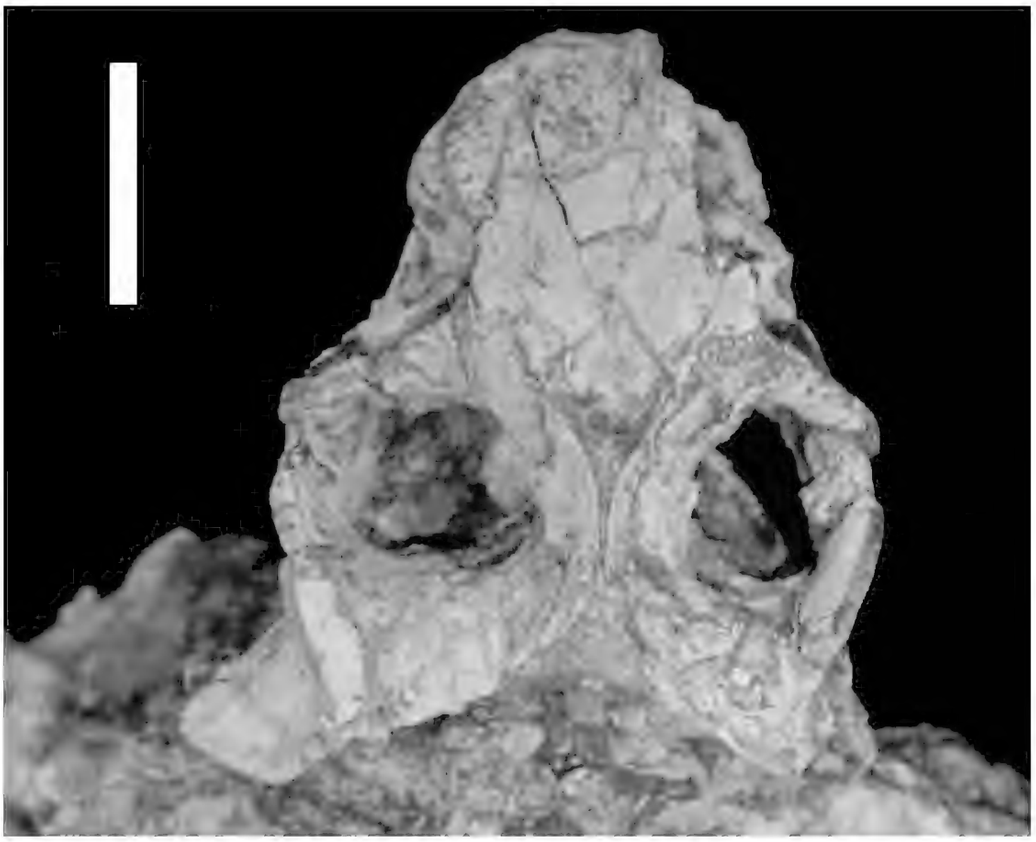


Fig.1- Crânio DGM-1478R em vista dorsal. Escala = 5cm.

participação do osso na série circum-orbital, na porção média. Tal projeção situa-se entre a margem posterior do pré-frontal e a margem látero-anterior do pós-orbital. Póstero-medialmente, os frontais contatam a expansão anterior do pré-parietal e, póstero-lateralmente, esses ossos suturam-se com os pós-orbitais.

O pós-orbital é um osso bastante expressivo em norma dorsal, formando a porção posterior da borda da órbita e o limite anterior da fenestra temporal. A projeção lateral forma a barra pós-orbital.

Dando início à região temporal, verifica-se, na área medial do crânio, um pré-parietal bem desenvolvido, localizado anteriormente ao forame parietal. Esse osso apresenta formato losangular, com o ápice dirigido anteriormente, inserindo-se nos frontais. O grau de preservação nesta região permite constatar que esse osso delimita apenas a região anterior do forame parietal. Látero-anteriormente ao forame parietal demarca-se a participação dos parietais que se estendem posteriormente, formando a totalidade da borda lateral e posterior do forame parietal.

Os parietais são bem expressivos em norma dorsal e se unem através de uma nítida sutura sagital, posterior ao forame parietal, formando uma crista levemente desenvolvida que mantém o par paralelamente orientado em direção ao extremo posterior do crânio. Próximo à região occipital, os parietais separam-se gradualmente, permitindo a inserção triangular do interparietal claramente visualizado em norma dorsal. Nessa região, os parietais expandem-se lateralmente, suturando-se com o esquamosal no terço medial da borda posterior da fenestra temporal. Em vista dorsal, o esquamosal apresenta-se bem expressivo, formando, através de suas projeções laterais, a maior parte das bordas posterior e lateral da fenestra temporal.

Norma Lateral (Fig.2)

O contorno descrito pelo teto craniano em vista lateral representa uma linha pouco acentuada em direção à região temporal, marcando uma crista temporal baixa, pouco desenvolvida. Esta, em vista lateral, finaliza-se anteriormente às expansões dos esquamosais que formam os arcos temporais.

Muito embora a região anterior do rostro não esteja preservada, percebe-se que ocorre uma inclinação ventral natural dessa região do crânio. Dessa forma, a pré-maxila possuiria uma expressão mais lateral do que dorsal, caracterizando o focinho embotado encontrado em alguns dicinodontes. As

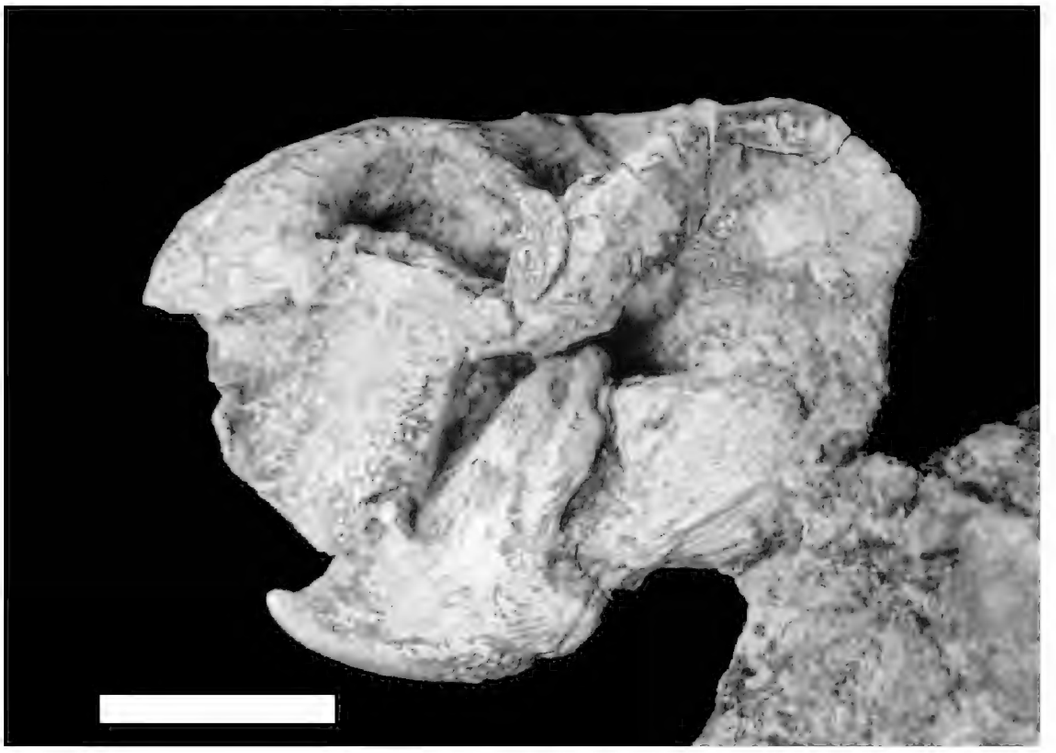


Fig.2- Crânio DGM-1478R em vista lateral esquerda. Escala = 5cm.

órbitas são claramente visíveis em norma lateral, assim como a fenestra temporal.

Dorsalmente, a parte preservada do material indica que a região pré-orbital é formada pelos nasais, que se suturam dorso-posteriormente com os pré-frontais. O pré-frontal, de contorno ovalado e alongado ântero-posteriormente, delimita a borda ântero-dorsal da órbita. Seu limite póstero-dorsal é o frontal, que marca sua pequena participação na série circum-orbirtal. Ventralmente, o pré-frontal sutura-se ao lacrimal.

O lacrimal não apresenta seus limites suturais bem definidos. No entanto, pode-se evidenciar que trata-se de um osso bem desenvolvido, devido à presença de um forame lacrimal bem marcado. Na região ventro-anterior da órbita, o lacrimal encontra o jugal. Anteriormente, o lacrimal insere-se entre o nasal e a maxila e parece prolongar-se até a região póstero-dorsal da septomaxila.

A maxila é um osso bem desenvolvido, perfazendo a totalidade da borda ventral da narina. O processo caniniforme é dirigido ventro-anteriormente, com o canino dorso-ventralmente projetado. Sua expansão póstero-ventral permite contato com o jugal. Ventro-posteriormente, a maxila toca o esquamosal, ventralmente ao jugal.

O jugal, embora fragmentado, é bastante expressivo e alongado, formando a totalidade do bordo ventral da órbita. Ventro-posteriormente, contata-se com o esquamosal, formando a barra infraorbital. Posteriormente, o jugal sutura-se com a projeção descendente, em forma de folha, do pós-orbital.

O pós-orbital é um osso bem expressivo, afilado em seu eixo dorso-ventral, que forma a barra pós-orbital e expande-se em suas extremidades dorsal e ventral. Dorsalmente, amplia-se em sentido posterior, promovendo uma grande participação na região intertemporal. Ocupando praticamente sua metade, delimita a porção ântero-dorsal da fenestra temporal. Posteriormente, o pós-orbital limita-se com o parietal, que delimita a região dorso-posterior da fenestra temporal. Posteriormente, a abertura temporal é delimitada pelo parietal e esquamosal. Este, através de sua expansão ventro-anterior, participará da barra zigomática, juntamente com maxila e jugal. Na região ventro-posterior do esquamosal, estão presentes, embora pouco definidas, a região do quadrado e quadrado-jugal e a área de articulação com a mandíbula.

DISCUSSÃO

Representantes de *Dinodontosaurus* e *Chanaria* são registrados para os sedimentos mesotriássicos da Argentina (Fm. Chañares/Ischichuca) e Brasil (Fm. Santa Maria). *Dinodontosaurus* é uma forma bem conhecida osteologicamente, sendo o dicinodonte mais abundante em depósitos do Triássico Médio da América do Sul e utilizado como fóssil-guia para a identificação da cronofauna Berdyankian (Ladiniano/Carniano Inferior) da América do Sul (LUCAS, 1998). Atualmente, são reconhecidas duas espécies para o gênero – *D. oliverai* Romer, 1943 e *D. turpior* (Huene, 1935). Já a osteologia de *Chanaria* não é muito conhecida, tendo sido originalmente descrita por COX (1968) com base em um espécime coletado na Formação Chañares (=Ischichuca), sob a denominação de *C. platyceps*. Sua ocorrência no Brasil foi registrada por ARAÚJO (1981). Estudos envolvendo a sistemática de dicinodontes, como KEYSER & CRUICKSHANK (1979) e LUCAS & HARRIS (1996), sugerem que o material atribuído a *Chanaria* não apresenta diferenças morfológicas significativas quando comparado a *Dinodontosaurus*.

Em aspecto geral, pode-se determinar que algumas características descritas por COX (1968) e ARAÚJO (1981) para *Chanaria* são evidenciadas no material em estudo. Por exemplo, a presença de uma sutura curta entre os nasais na região mediana do crânio, resultante de uma projeção posterior da pré-maxila e anterior dos frontais, foi verificada no espécime analisado. No entanto, essa feição, comum em dicinodontes, difere daquela descrita por COX, 1968 para *C. platyceps* e COX, 1965 para *Dinodontosaurus*, sugerindo que, talvez, a variação encontrada nessa região seja decorrente de diferença individual (sexual ou ontogenética) e não taxonômica.

A presa, no exemplar DGM-1478R, é projetada dorso-ventralmente, situada na região posterior ventral do processo caniniforme, como visualizado em COX (1968). Igualmente, observa-se que o alargamento da região internasal representaria uma feição natural, como verificado em *C. platyceps* (COX, 1968).

Na região temporal, o contorno quadrangular das fenestras, resultante de um direcionamento lateral da aba occipital do esquamosal, é marcado para o material. Essa feição, no entanto, difere um pouco da descrita por COX (1968) para *Chanaria*, assemelhando-se mais aos crânios de *Dinodontosaurus*, onde a barra do esquamosal dirige-se póstero-lateralmente. Um caráter

semelhante a *C. platyceps* reside na expansão posterior do pós-orbital, que se prolonga até a barra intertemporal, bem após o forame pineal (ARAÚJO, 1981). Em *Dinodontosaurus*, essa expansão não é tão acentuada (COX, 1968).

As feições morfológicas observadas no espécime DGM-1478R não permitem associá-lo, com segurança, a *Dinodontosaurus* ou a *Chanaria*. Tal fato pode ser decorrente do estágio ontogenético no qual se encontra o material em estudo que, por tratar-se de um espécime juvenil, pode demonstrar algumas diferenças osteológicas quando comparado a exemplares adultos. Mesmo considerando que a utilização de espécimes juvenis para descrições osteológicas representa um fator limitante na determinação de caracteres diagnósticos no nível específico ou genérico, o reconhecimento da grande ocorrência quantitativa de dicinodontes com presas no Triássico sul-rio-grandense justifica o estudo de exemplares em diferentes estágios ontogenéticos, visto que material juvenil de dicinodontes foi descrito como representante de novas espécies, como foi o caso de *D. tener* (Huene 1935).

Com base na análise comparativa da morfologia do espécime em questão com as descrições para *Chanaria* e *Dinodontosaurus*, pode-se demarcar pequenas variações osteológicas sugestivas da presença de algum nível de distinção morfológica entre os gêneros. Estas residem, sobretudo, no alargamento da região internasal, morfologia das fenestras temporais e o grau de participação do pós-orbital na região intertemporal e do pré-parietal e parietal na delimitação do forame parietal. No entanto, tais diferenças morfo-osteológicas, que normalmente são utilizadas para distinguir *Chanaria* de *Dinodontosaurus*, são aqui consideradas demasiadamente tênues para assegurar que as mesmas sejam decorrentes de variação genérica, sugerindo-se, dessa forma, que as mesmas possam representar diferenciação específica ou, inclusive, individual, como dimorfismo sexual.

AGRADECIMENTOS

Ao Chefe do Setor de Paleontologia do Museu de Ciências da Terra, Diógenes de Almeida Campos, pela permissão de estudo do material de dicinodontes da coleção do Departamento Nacional de Produção Mineral/RJ e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo auxílio recebido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, D.C., 1981 – Sobre a presença de *Chanaria* na Formação Santa Maria (Triássico do Brasil). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2., Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: UFRGS, p.307-319.

BARBERENA, M.C., 1977 – Biostratigrafia Preliminar da Formação Santa Maria (1). **Pesquisas, Instituto de Geociências, UFRGS**, Porto Alegre, **7**:111-129.

COX, C.B., 1965 – New Triassic dicynodonts from South America, their origins and relationships. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, London, **248**(753):457-516.

COX, C.B., 1968 – The Chañares (Argentina) Triassic reptile fauna. IV. The Dicynodont Fauna. **Breviora,** Museu of Comparative Zoology, Cambridge, **295**:1-27.

KEYSER, A.W. & CRUICKSHANK, A.R.I., 1979 – The Origins and Classification of Triassic Dicynodonts. **Transactions of the Geological Society of South Africa**, South Africa, **82**:81-108.

KING, G.M., 1988 – **Anomodontia**: Handbuch der Paläoherpetologie. New York: T.17C. 174p.

LUCAS, S.G., 1998 – Global Triassic tetrapod biostratigraphy and biochronology. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, Amsterdã (143):347-384.

LUCAS, S.G. & HARRIS, S. K., 1996 – Taxonomic and biochronological significance of specimens of the Triassic dicynodont *Dinodontosaurus* Romer 1943 in the Tübingen collection. **Paläontologische Zeitschrift**, Stuttgart, **70** (3/4):603-622.

SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C. 2000 – Bioestratigraphy of southern Brazilian middle-upper Triassic. **Revista Brasileira de Geociência**, Rio de Janeiro, **30**(3):491-494.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.183-187, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

ADVANTAGES AND RESTRICTIONS IN THE USE OF POSTCRANIAL SKELETON IN PHYLOGENETICAL ANALISYS: THE EXAMPLE OF THE CONDYLARTHRA OF THE SÃO JOSÉ DE ITABORAÍ BASIN [1]

(With 2 figures)

LÍLIAN PAGLARELLI BERGQVIST [2]

ABSTRACT: The importance of the postcranial skeleton in understanding the affinities of ungulates has been recognized since the turn of the Twentieth Century, but its use in phylogeny is still limited because some authors underestimate the informative content of postcranial bones.

In spite of the small number of phylogenetic studies employing postcranial characters, some significant examples are found in the literature about the contribution of the postcranial skeleton in the recognition of the affinities of mammals. Among those is *Victorlemoinea prototypica* ("Condylarthra", Sparnotheriodontidae), from the São José de Itaboraí Basin, Rio de Janeiro, Brazil (Itaboraian). *V. prototypica* was originally included in the order Litopterna based on its dental features. The study of its tarsal morphology revealed the absence of the typical tarsal specializations of that order. *V. prototypica* was then transferred to the order "Condylarthra ". Other bones of the skeleton corroborated its position in this order.

Using the software PAUP 3.1 and 153 postcranial characters, a phylogenetic analysis of the "Condylarthra" and hoofed South American mammals was undertaken. In all attempts, *Victorlemoinea* was grouped with *Lamegoia* and *Paulacoutoia* ("Condylarthra", Didolodontidae) and the Litopterna formed a monophyletic group that was well defined on postcranial bones. However, the resulting topology of the analysis including all taxa also reflected a locomotor-dependent arrangement, and the clades represented evolutionary degrees related to a greater or lesser capacity for terrestrial locomotion.

The postcranial skeleton is very informative and contributes to enlarge the understanding of the affinities among taxa. However, as it is more subjected to homoplasies than the cranium and teeth, in analyses involving taxa of different orders, the use of postcranial characters exclusively can fail in revealing the real relationship among the groups, tending to group forms with similar habits. The postcranial morphology has larger aplicability in the establishment of the affinities among taxa of the same order.

Key words: Phylogeny, "Condylarthra", Litopterna, skeleton, São José de Itaboraí Basin, Paleocene.

RESUMO: Vantagens e restrições na utilização do esqueleto pós-craniano em análise filogenética: o exemplo dos "condylarthra" da Bacia de São José de Itaboraí.

Desde o início do século XX a importância do esqueleto pós-craniano no entendimento das afinidades entre os ungulados é reconhecida, mas sua utilização na filogenia dos mamíferos ainda é pequena, pois alguns autores subestimam o conteúdo informativo dos ossos pós-cranianos.

Apesar do pequeno número, alguns exemplos significativos são encontrados na literatura sobre a contribuição do esqueleto pós-craniano no reconhecimento das afinidades dos mamíferos. Dentre esses, destaca-se o de *Victorlemoinea prototypica* ("Condylarthra", Sparnotheriodontidae), da Bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro/Brasil (Itaboraiense). *V. prototypica* foi originalmente incluída na ordem Litopterna, por sua morfologia dentária, mas o conhecimento da morfologia tarsal revelou a inexistência das especializações típicas da ordem, sendo transferida para a ordem "Condylarthra". Outros ossos do esqueleto corroboraram seu posicionamento nessa ordem.

Utilizando o programa PAUP 3.1 e somente caracteres pós-cranianos (153) foi realizada uma análise filogenética de todos os "Condylarthra" e ungulados sul-americanos. Em todas as tentativas, *Victorlemoinea* foi agrupada com *Lamegoia* e *Paulacoutoia* ("Condylarthra", Didolodontidae), enquanto os Litopterna formaram um grupo monofilético bem definido por caracteres pós-cranianos. Entretanto, a topografia resultante da análise conjunta de todos os táxons também refletiu um arranjo locomotor-dependente, tendo os clados representado graus evolutivos relacionados a maior ou menor capacidade de locomoção terrestre.

O esqueleto pós-craniano é muito informativo e contribui para o maior esclarecimento das afinidades entre táxons. Entretanto, por ser mais sujeito a homoplasias que o crânio e dentes, em análises envolvendo táxons de diferentes ordens, a inclusão apenas de caracteres pós-cranianos pode falhar em revelar as reais afinidades entres os grupos, tendendo a agrupar formas com hábitos similares. A morfologia pós-craniana tem maior aplicabilidade no estabelecimento das afinidades entre táxons de uma mesma ordem.

Palavras-chave: Filogenia, "Condylarthra", Litopterna, esqueleto, Bacia de São José de Itaboraí, Paleoceno.

[1] Received on July 31, 2001. Acepted on March 28, 2002.
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21949-900.
E-mail: bergqvist@ufrj.br.

INTRODUCTION

The importance of the postcranial skeleton in understanding the affinities among ungulates has been recognized since the turn of the Twentieth Century, (*e.g.* MATTHEW, 1909). However, its use in the phylogeny of mammals has been limited. Some authors still underestimate the informative content of the postcranial bones, giving them brief descriptions beside extensive descriptions of cranial and dental morphology.

SZALAY (1977:369) explained the restricted use of postcranials in mammal phylogeny with the following statement: "Most past studies of eutherian phylogenetic relationships which considered both fossil and extant taxa heavily favored cranial and dental evidence. Besides the greater abundance of fossil dentitions, the major reason for overlooking bone morphology in favor of teeth is believed to be based on a mistaken view of ontogeny and phylogeny. It's widely and erroneously held by paleomammalogists that because bone is sometimes ontogenetically more plastic than teeth, it is phylogenetically more prone to change and therefore convergence. This view ignores the fact that evolutionary modification is the result of change in gene frequencies and not of ontogenetic transformation of occasional individuals."

In spite of the small number, some significant examples of the contribution of postcranial skeleton in the recognition of mammals affinities are found in the literature. According to MATTHEW (1909), while only the teeth morphology was well known, the origin of Artiodactyla and Perissodactyla were easily related to "Condylarthra". The study of the postcranial skeleton showed that, by the lower Eocene (Wasatch beds), the astragalus of the Artiodactyla and Perissodactyla had already been differentiated as in the derived forms, suggesting no close relationship with "condylarths".

A similar example is known for primates. Gaudry (*apud* MATTHEW, 1909) hypothesized that primates were related to "condylarths" based on dental morphology. The study of the postcranial skeleton revealed that the special features observed in primates' hands and feet were not found among "condylarths" (MATTHEW, 1909).

Based on the presence of prominent upper tusks, bilophodont teeth and inflated nasal area, *Pyrotherium* Ameghino, 1888 (Pyrotheria, Pyrotheriidae) was related to Proboscidea, but a better knowledge of its anatomy refuted this conception (PATTERSON & PASCUAL, 1972).

More recently, ROSE (1987) reinforced the importance of the postcranial skeleton in the understanding of the ancestry of Artiodactyla. After studying the postcranial bones of *Chriacus* Cope, 1883 ("Condylarthra", Arctocyonidae), he concluded that the supposed ancestry of the order Artiodactyla from this genus, based on its dental morphology, was incompatible with the specializations observed in the postcranial skeleton that completely diverges from the adaptations developed by Artiodactyla.

CIFELLI (1983), CIFELLI & GUERRERO-DIAZ (1989), CIFELLI & VILLARROEL (1997) showed that the study of the postcranial skeleton can lead to more significant changes in previously established concepts. Due to the presence of postcranial characters shared only by litoptern species, these authors transferred *Megadolodus* McKenna, 1975, *Prothoatherium* Ameghino, 1902, *Miguelsoria* Cifelli, 1983 and *Protolipterna* Cifelli, 1983 to the order Litopterna, in spite of their primitive dental morphology that is very similar to the members of the order "Condylarthra".

As shown above, the postcranial skeleton has an important role in the understanding of mammalian relationships. This contribution reinforces this importance and points out the restrictions of its use on the basis of the study of some ungulate fossils of Itaboraí Basin (Rio de Janeiro, Brazil, Upper Paleocene).

DISCUSSION

Victorlemoinea prototypica Paula-Couto, 1952 was originally assigned to the order Litopterna, family Macraucheniidae, based on its markedly selenolophodont dental morphology (PAULA-COUTO, 1952; see also SIMPSON, 1948). Like all other Itaboraí taxa but *Carodnia* Simpson, 1935, *V. prototypica* is known only by its dental morphology. CIFELLI (1983), working with isolated tarsal bones from the Itaboraí Basin, assigned a group of large condylarth-like calcanea and astragali to *V. prototypica*. The absence of any litoptern ankle specializations in these bones, such as the relative posterior position of the astragalocalcaneal facets on the calcaneum, astragalar body spool-shaped and absence of superior astragalar foramen, led CIFELLI (1983)

to remove *V. prototypica* from the order Litopterna and place it in the order Condylarthra, family Sparnotheriodontidae. He also considered it's tooth morphology "...aberrantly specialized in some respects and far more derived than the most primitive undoubted members of the family [Macrauchenidae], the Cramaucheniinae...". *V. prototypica* would be a precociously specialized relative of the litoptern, that was convergent upon them (CIFELLI, 1983:25). A combining of advanced teeth and a primitive postcranial skeleton is also present in the North American *Meniscotherium* Cope, 1874 (WILLIANSON & LUCAS, 1992).

BERGQVIST (1996) reevaluated CIFELLI´s (1983) assignment of primitive anklebones to *V. prototypica*. His proposal was not only corroborated but other bones of primitive morphology were also assigned to the species. She also did a series of phylogenetic analysis based exclusively on postcranial characteres, using the software Paup 3.1 and 153 potentially informative characters. In all the resulted topographies *Victorlemoinea* emerged as a close related taxon of the condylarths *Lamegoia* Paula-Couto, 1952 and *Paulacoutoia* Cifelli, 1983, and the litoptern members were grouped in a monophyletic assemblage (Fig.1-C12 and Fig.2-C11).

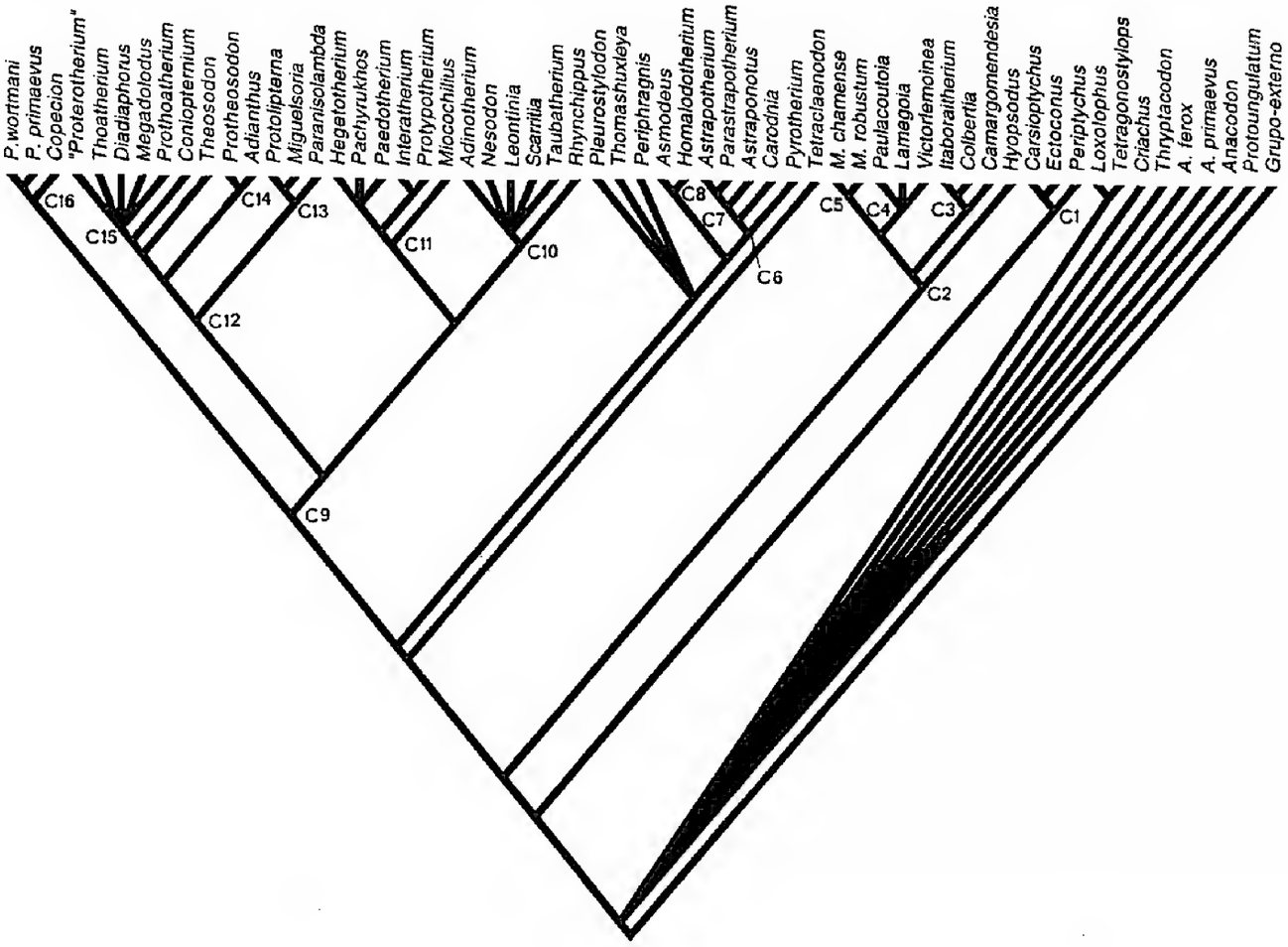


Fig.1- Strict consensous cladrogram resulting from the phylogenetic analysis of North American "condylarths" and South American ungulates, using PAUP (BERGQVIST, 1996).

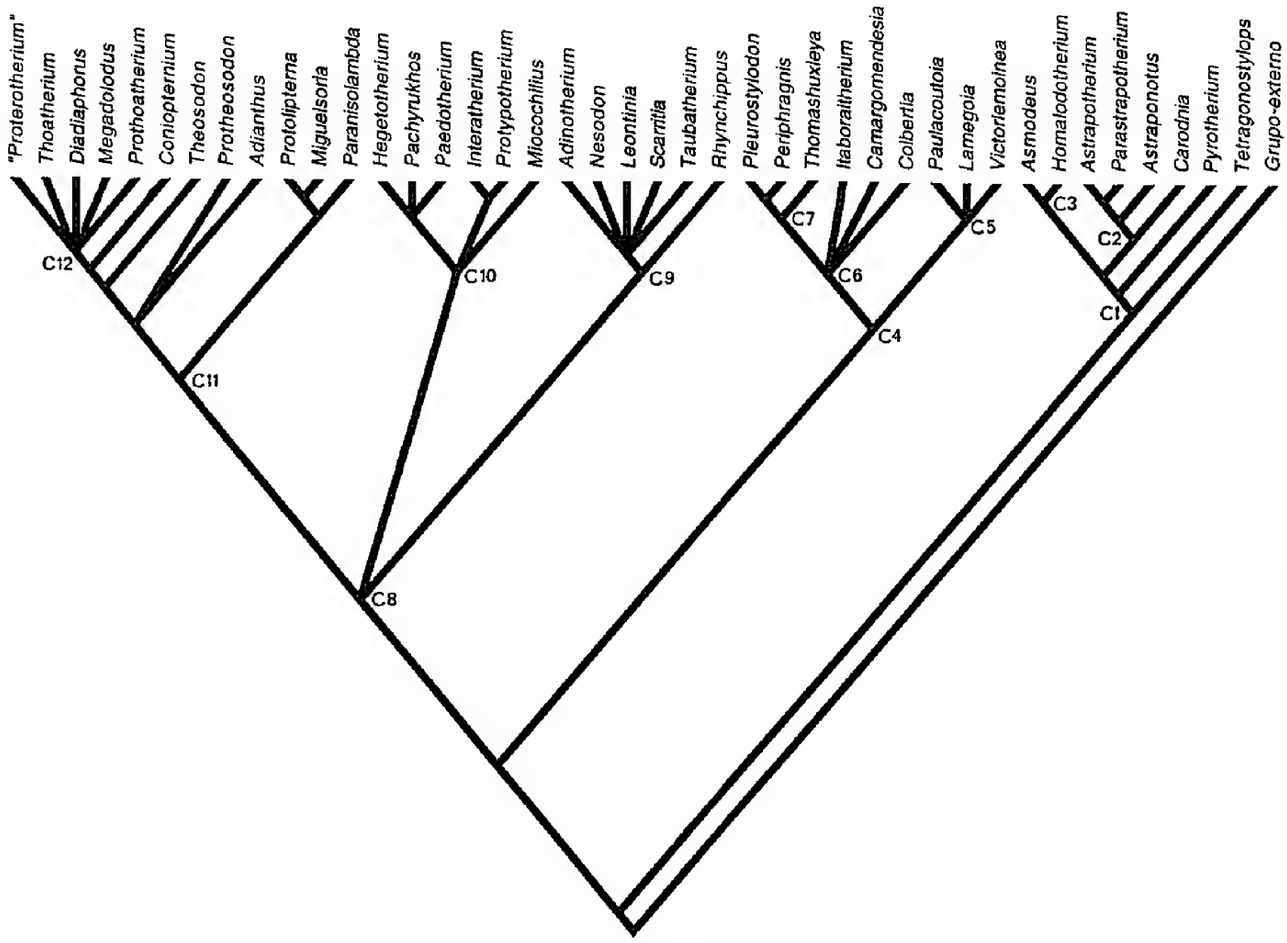


Fig.2- Strict consensous cladrogram resulting from the phylogenetic analysis of South American ungulates, using PAUP (BERGQVIST, 1996).

Nevertheless, the topography of the cladogram of figure 1 also showed a notably locomotor-dependent arrangement, with clades representing evolutionary degrees related to a major or minor capacity of terrestrial locomotion (*e.g.* the grouping of *Phenacodus* Cope, 1881 and *Copecion* Gingerich, 1989 the more cursorial North American condylarths, with litoptern and more cursorial notoungulates [Fig.1-C9]). Nonetheless, the litoptern members were always grouped in a monophyletic assemblage, showing the consistence and well establishment of the order.

The use of postcranial characters in phylogenetic analysis, as shown above, is undoubtedly important, but like any other anatomical system, it presents difficulties and restrictions. According to SZALAY & DAGOSTO (1980) the problems reside in the narrow relationship between the proportions of the skeleton and morphology of the long bones, with the locomotion way or habit of the animal. ROSE & EMRY (1993) illustrated this observation with the comparison of the humerus of *Priodontes* Cuvier, 1827 (Cingulata) and *Vombatus* Saint-Hilaire,1803 (Marsupialia), pointing out the notable degree of homoplasy between them. This way, structural similarity can result from similarities in function, not simply proximity of relationship, and the groups that present such structures won't constitute a monophyletic unit (CRACRAFT, 1981).

CONCLUSIONS

A well-supported hypothesis of *Victorlemoinea* affinities with the condylarths, and the consistency of the monophyletic nature of the

litopterns were revealed when postcranial characters were used in the phylogenetic analysis, calling the attention to the importance of the considerations of postcranial characters in fossil mammal phylogenies.

The postcranial skeleton is very informative and contributes to enlarge the understanding of the affinities among mammal taxa. However, as most of the time it is more subjected of homoplasies than skull and teeth, in analyses involving taxa of different orders, the use of postcranial characters exclusively can fail in revealing the real relationship among the groups, tending to group forms with similar habits. The postcranial morphology has larger applicability in the establishment of the affinities among taxa of the same order.

ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank Dr. Richard Cifelli (Oklahoma University) for advise and suggestions, and Leonardo Ávilla (Museu Nacional - Rio de Janeiro) for reviewing earlier drafts of the manuscript. This study was made possible through grants of Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), and Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

LITERATURE CITED

BERGQVIST, L.P., 1996 – **Reassociação do pós-crânio às espécies de ungulados da bacia de S. J. de Itaboraí (Paleoceno), Estado do Rio de Janeiro, e filogenia dos "Condylarthra" e ungulados sul-americanos com base no pós-crânio**. Porto Alegre. 407p. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

CIFELLI, R.L., 1983 – Eutherian tarsals from the late Paleocene of Brazil. **American Museum Novitates**, New York, (2761):1-31.

CIFELLI, R.L. & GUERRERO-DIAZ, J., 1989 – New remains of *Prothoatherium colombianus* (Litopterna, Mammalia) from the Miocene of Colombia. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **9**(2):222-231.

CIFELLI, R.L. & VILLARROEL, C., 1997 – Paleobiology and affinities of *Megadolodus*. In: KAY, R.F.; MADDEN, R.H.; CIFELLI, R.L. & FLYNN, J.J. (Eds.) **Vertebrate paleontology in the neotropics**. Washington: Smithsonian Institution Press. p.265-288.

CRACRAFT, J., 1981 – The use of functional and adaptative criteria in phylogenetic systematics. **American Zoologist**, Lawrence, **21**:21-36.

MATTHEW, W.D., 1909 – The Carnivora and Insetivora of the Bridger basin, middle Eocene - Part IV. **Memoirs Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **9**(6):289-567.

PATTERSON, B. & PASCUAL, R., 1972 – The fossil mammal fauna of South America. In: KEAST, A.; ERK, F.C. & GLASS, B. (Eds.) **Evolution, mammals and southern continents**. New York: New York Press. p.247-309.

PAULA-COUTO, C., 1952 – Fossil mammals from the beginning of the Cenozoic in Brazil. Condylarthra, Litopterna, Xenungulata and Astrapotheria. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **99**(6):359-394.

ROSE, K.D., 1987 – Climbing adaptations in the early Eocene mammal *Chriachus* and the origin of Artiodactyla. **Science**, Washington, **236**:314-316.

ROSE, K.D. & EMRY, R.J., 1993 – Relationships of Xenarthra, Pholidota, and fossil "edentates": the morphological evidence. In: SZALAY, F.S.; NOVACEK, M.J. & McKENNA, M.C. (Eds.) **Mammal Phylogeny - Placentals**. New York: Springer-Verlag. p.81-102.

SIMPSON, G.G., 1948 – The beginning of the age of mammals in South America. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **91**(1):1-232.

SZALAY, F.S., 1977 – Phylogenetic relationships and a classification of the eutherian Mammalia. In: HECHT, M.K.; GOODY, P.C. & HECHT, B.M. (Eds.) **Major patterns in vertebrate evolution**. New York: Plenum Publ. (Nato Advanced Study Institute, Ser.A, v.14). p.315-374.

SZALAY, F.S. & DAGOSTO, M., 1980 – Locomotor adaptations as reflected on the humerus of Paleogene primates. **Folia primatologica**, **34**:1-45.

WILLIANSON, T.E. & LUCAS, S.G., 1992 – *Meniscotherium* (Mammalia, "Condylarthra") from the Palaeocene-Eocene of Western North America. **Bulletin of the New Mexico Museum of Natural History**, Albuquerque, **1**:1-74.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.189-194, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

DENTES DECÍDUOS DE *TETRAGONOSTYLOPS APTHOMASI*, PROCEDENTES DA BACIA DE SÃO JOSÉ DE ITABORAÍ, RJ [1]

(Com 2 figuras)

LÍLIAN PAGLARELLI BERGQVIST [2]
ADRIANA DE LIMA MOREIRA [2]

RESUMO: Na coleção de mamíferos fósseis do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro estão depositados quatro dentes molariformes superiores procedentes da Bacia de São José de Itaboraí, distintos dos demais já coletados. Esses dentes possuem em média 7,66mm de largura e 8,8mm de comprimento e se caracterizam pelo formato subtriangular, ausência de raízes, câmara pulpar ampla, parástilo bem desenvolvido e ausência de paracônule e metacônule. Também apresentam coloração clara, são braquiodontes e mais longos vestibular que lingualmente, características indicativas de dentes decíduos.

Foram tentativamente atribuídos a *Tetragonostylops apthomasi* pela ausência de paracônule, metacônule e mesóstilo, e pela presença de cíngulo mesial amplo.

Palavras-chave: Astrapotheria, dentes decíduos, Bacia de São José de Itaboraí, Paleoceno.

ABSTRACT: Deciduous teeth of *Tetragonostylops apthomasi*, from São José de Itaboraí Basin, RJ.

In the fossil mammals collection of the Departamento de Geologia of the Universidade Federal do Rio de Janeiro four upper teeth from the São José de Itaboraí Basin, Rio de Janeiro are housed. These molariform teeth are different from others already collected in the basin. They possess about 7.66mm in width and 8.8mm in length on average and are characterized by a subtriangular shape, absence of roots, wide pulpar chambers, well developed parastyle and absence of paraconule and metaconule. They are also light in color, brachyodonts and longer vestibularly than lingually, suggestive features of deciduous teeth.

They were assigned to *Tetragonostylops apthomasi* based on the absence of paraconule, metaconule and mesostyle and for the presence of a wide mesial cingulum.

Key words: Astrapotheria, deciduous teeth, São José de Itaboraí Basin, Paleocene.

INTRODUÇÃO

Tetragonostylops apthomasi (Price & Paula-Couto, 1950) foi um dos primeiros mamíferos coletados na Bacia de São José de Itaboraí. Dessa espécie foram encontrados dentes isolados, fragmentos mandibulares com ou sem dentes, uma mandíbula semicompleta (apenas sem incisivos), um crânio incompleto muito esmagado e ossos isolados (PAULA-COUTO, 1949, 1952a, 1963; CIFELLI, 1983; BERGQVIST, 1996). *T. apthomasi* pertence à ordem Astrapotheria, cujos membros eram distintos de todos os ungulados atuais e possivelmente tinham hábitos anfíbios.

PRICE & PAULA-COUTO (1946:213) mencionaram, pela primeira vez, num resumo, a denominação *Trigonostylops apthomasi* como um dos "...elementos da fauna fóssil da referida bacia, aqui descritos..."; entretanto, a descrição formal da espécie só foi publicada em 1950. PAULA-COUTO (1963) renomeou a espécie, transferindo-a para o novo gênero *Tetragonostylops*. Nesse artigo, o autor forneceu uma descrição mais detalhada, mencionando, pela primeira vez, a existência de dentes decíduos inferiores. Revisando o material e analisando a variação biométrica e morfológica de todos os dentes de *T. apthomasi*, PINTO (1998) revelou a existência de outros dentes decíduos inferiores, e sugeriu que alguns dos espécimes tratavam-se de dentes decíduos superiores.

Nos trabalhos onde a dentição decídua é estudada (SINCLAIR, 1909; SCOTT, 1912, 1928; PAULA-COUTO, 1963, 1970, 1978a, 1978b, 1979; SIMPSON, 1967; WEST, 1971), as características apresentadas por esses autores para diagnosticar o dente como decíduo são pouco elucidativas quando se tratam de dentes decíduos isolados. Assim sendo, constituem objetivo deste trabalho encontrar parâmetros que possibilitem a identificação de dentes decíduos isolados e ratificar

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia. Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21949-900.
E-mail: bergqvist@ufrj.br.

ou refutar presença de dentes decíduos superiores dentre os fósseis de *T. apthomasi*.

DENTES DECÍDUOS

Os quatro dentes aqui estudados pertencem à Coleção de Mamíferos Fósseis do Departamento de Geologia da UFRJ (Fig.1). Estão registrados sob os números UFRJ-DG 58-M, UFRJ-DG 142-M, UFRJ-DG 143-M, UFRJ-DG 144-M. Os dentes depositados na Coleção de Mamíferos Fósseis do DNPM farão parte de um trabalho maior, a ser publicado em breve.

Os dentes são superiores, esquerdos (UFRJ-DG 58-M, UFRJ-DG 142-M, UFRJ-DG 144-M) e direito (UFRJ-DG 143-M), com pouco ou nenhum desgaste. Apresentam coloração caramelo-claro, mais clara que a dos dentes permanentes conhecidos. Possuem contorno subtriangular, com extensão média mésio-distal de 8,8mm e linguo-vestibular de 7,66mm. Não apresentam raízes (em número de três), que parecem ter sido reabsorvidas nos exemplares UFRJ-DG 58-M e UFRJ-DG144-M, e estarem fraturadas nos demais. Em todos, a câmara pulpar é ampla, tendo quase o mesmo tamanho da coroa do dente.

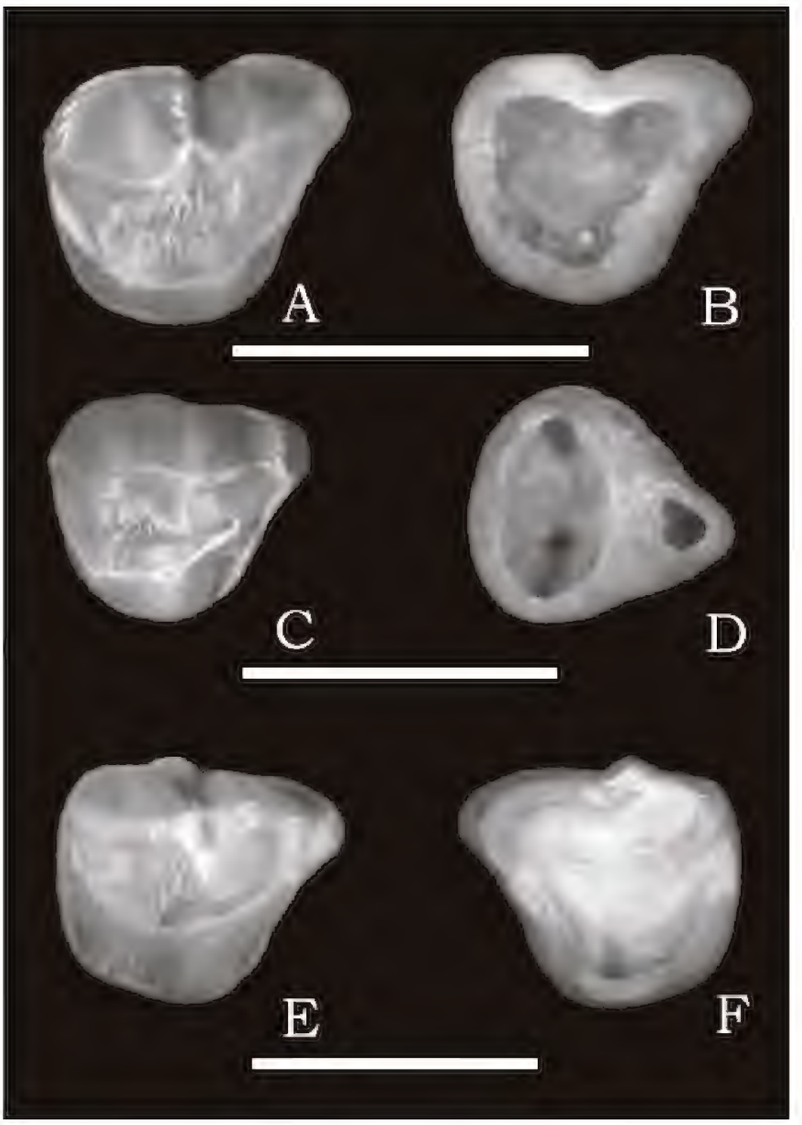


Fig.1- Dentes decíduos de *Tetragonostylops apthomasi*: A, C e E - vista oclusal, B, D, e F - vista radicular; (A e B) UFRJ-DG 58M, dP^4E; (C e D) UFRJ-DG 143-M, dP^4D; (E e F) UFRJ-DG 144-M, dP^4E. Escala = 10mm.

Nos quatro exemplares o parástilo é bem desenvolvido e projetado mesialmente, tornando os dentes mais longos vestibular do que lingualmente. Ele é ligeiramente vestibular ao paracone, que é cônico, forte e sub-igual ao metacone. O metástilo é vestigial.

O hipocone é um pouco lingual e algo menor do que o protocone, sendo ambos bem menores que o paracone/metacone. Estão unidos por uma alta crista. Do protocone uma rasa crista (protolofo?) parte em direção ao parástilo, porém sem atingi-lo. Nenhum dos exemplares apresenta metalofo, mas uma rasa, espessa e côncava crista que se estende do hipocone até a base do metástilo.

A bacia do trígono é ampla, sem aberturas e com diversas ranhuras verticais.

O cíngulo mesial é mais desenvolvido que o distal, principalmente no exemplar UFRJ-DG 58-M, estendendo-se até o parástilo. Apresentam cíngulo lingual delgado, entre protocone e hipocone, e estreito cíngulo distal ocupando toda a face.

DISCUSSÃO

Das muitas espécies de mamíferos registradas na Bacia de São José de Itaboraí, dentes decíduos são apenas conhecidos entre os ungulados. O maior número de exemplares com dentes decíduos pertence ao Litopterna *Paranisolambda prodromus* (Cifelli, 1983). A ordem Notoungulata é a única na qual dentes decíduos são conhecidos em todas as espécies representadas em Itaboraí. Em *Colbertia magellanica* Paula-Couto, 1952 (PAULA-COUTO, 1952b), somente os dP_{2-4} foram encontrados (PAULA-COUTO, 1978b). O único exemplar com dentes decíduos (dP^{2-4}) de *Camargomendesia pristina* Paula-Couto, 1978 (PAULA-COUTO, 1978b) está figurado no trabalho original, mas sem informação sobre seu número de coleção. De *Itaboraitherium atavum* (Paula-Couto, 1970), esse autor apenas informou que os exemplares MN 1990-V e 2245-V se tratavam de pré-molares superiores decíduos.

Estudos em desenvolvimento pela autora sênior reconheceram pré-molares decíduos (superiores e inferiores) nos litopternas *Protolipterna ellipsodontoides* Cifelli, 1983 e *Miguelsoria parayirunhor* (Cifelli, 1983) e nos Condylarthra *Paulacoutoia protocenica* (Cifelli, 1983) e *Lamegoia conodonta*, Paula-Couto, 1952 (PAULA-COUTO, 1952a).

Dentes decíduos são mais facilmente reconhecidos quando encontrados "in loco". Poucos autores, como observado nos quadros 1 e 2, fornecem informações gerais sobre os dentes decíduos que possibilitem identificar se um dente isolado é decíduo ou definitivo. Os estudos mais detalhados (BRASKAR, 1989; McDONALD & AVERY, 1995; KUCHINSKI, 1996) (Quadro 1) foram realizados em dentes humanos, e muitos dos parâmetros utilizados na confirmação de que o material em estudo era constituído de dentes decíduos foram baseados nesses trabalhos.

Como citado por SIMPSON (1967) (Quadro 2), os quatro dentes aqui estudados são molariformes, mais braquiodontes que o M^1 e apresentam o esmalte nitidamente mais claro. Como SCOTT (1928) observou anteriormente em outros

QUADRO 1

Características diagnosticas da dentição decídua humana

DENTIÇÃO DECÍDUA HUMANA	AUTOR
• Coloração mais clara que nos permanentes; • A primeira dentição é menor que a segunda, permanente, em número e tamanho; • No processo de esfoliação a tendência é de que as raízes, e por vezes parte da coroa, sejam completamente consumidas pelos odontoclastos, que deixam a sua lacuna (lacunas de Howship), o que confere, ao MEV, uma textura porosa; • A câmara pulpar, em geral, tem a forma da coroa; • Os pré-molares superiores apresentam três raízes mais longas e finas que os permanentes sucessores; face oclusal menor e dP^4 muito similar ao M^1, mas de menor tamanho.	BRASKAR (1989)

QUADRO 2

Características diagnosticas da dentição decídua de mamíferos não humanos

DENTIÇÃO DECÍDUA ANIMAL	AUTOR
• O dP^4 dos Typotheria é molariforme e apresenta a mesma estrutura interna e externa que o permanente; os dP^2 e dP^3 são similares a seus sucessores.	SINCLAIR (1909)
• Nos Toxodonta os decíduos são muito similares aos permanentes, porém mais braquiodontes. O dP^4 é molariforme.	SCOTT (1912)
• Nos Astrapotheria, os dP^3 e dP^4 são praticamente iguais, sendo que o dP^3 é menor que o dP4 e este é bem menor que o M^1. Os incisivos decíduos diferem apenas em tamanho dos permanentes.	SCOTT (1928)
• Os dentes decíduos normalmente não apresentam raiz e o esmalte costuma ser nitidamente mais claro que o permanente. O dP^3 é mais quadrangular e o dP^4 é molariforme, menor e mais braquiodonte que o M^1.	SIMPSON (1967)
• Os decíduos, quando associados aos permanentes, apresentam um desgaste mais acentuado que um permanente de mesma idade.	WEST (1971)
• Relata que nos mamíferos difiodontes é regra geral que os dP^{2-4} sejam mais molariformes que seus sucessores. Os dP^{3-4} possuem cíngulo vestibular.	PAULA-COUTO (1979)
• O arranjo interno do esmalte nos bovinos é o mesmo que nos humanos.	BRASKAR (1989)

Astrapotheria, o tamanho dos dP^4 em estudo é menor que o do M^1 (aproximadamente 27%). Foi usada como parâmetro a largura, que é a medida que menos varia entre os dentes decíduos e os permanentes. Nos espécimens UFRJ-DG 58-M e UFRJ-DG 144-M, as raízes foram reabsorvidas, sendo possível observar as lacunas de *Howship* (Fig.2). Todos apresentam câmara pulpar ampla. Também, a razão comprimento/largura, como observado em outros dentes decíduos, é alta (próximo a 1,0), em conseqüência do maior desenvolvimento do parástilo, que aumenta o comprimento vestibular do dente.

A morfologia dos dentes decíduos aqui estudados é bastante distinta daquela já conhecida para as outras espécies de ungulados de Itaboraí citados anteriormente, o que elimina a possibilidade deles pertencerem a uma delas. Descarta-se também *Carodnia vieirai* Paula-Couto, 1952 (PAULA-COUTO, 1952a), por seu grande tamanho. *C. magellanica*, *Victorlemoinea prototypica* Paula-Couto, 1952 (PAULA-COUTO, 1952a) e *T. apthomasi* são as únicas espécies na qual dentes decíduos da série superior são ainda desconhecidos.

A morfologia dentária dos primitivos Notoungulata e Astrapotheria de Itaboraí é relativamente similar, devido ao desenvolvimento, em ambos os táxons, de lofos e estilos. No entanto, a atribuição a *C. magellanica* foi descartada, pois dentes decíduos são sempre menores que os definitivos. Em alguns casos, o comprimento dos dentes decíduos é superior ao dos definitivos, tornando a razão comprimento/largura mais próxima de 1,0. Como observado em PAULA-COUTO (1952b), os maiores P^4 de *C. magellanica* possuem largura quase equivalente aos exemplares estudados, porém comprimento 30% menor.

V. prototypica é a espécie menos conhecida em Itaboraí. Sua descrição original é superficial, e desde então, os fósseis nunca foram revisados. Como em *V. prototypica*, os dentes aqui estudados apresentam parástilo vestibular ao paracone e cristas verticais na bacia do trígono. No entanto, não apresentam paracônule, metacônule e mesóstilo, caracteres bem marcantes nessa espécie, porém ausentes em *T. apthomasi*. O cíngulo mesial, como em ambas as espécies, é bem marcado, mas os espécimes estudados não apresentam o protóstilo bem desenvolvido de *V. prototypica*.

Assim sendo, a atribuição dos quatro exemplares aqui estudados a *T. apthomasi* está sustentada por caracteres (ausência de paracônule e metacônule)

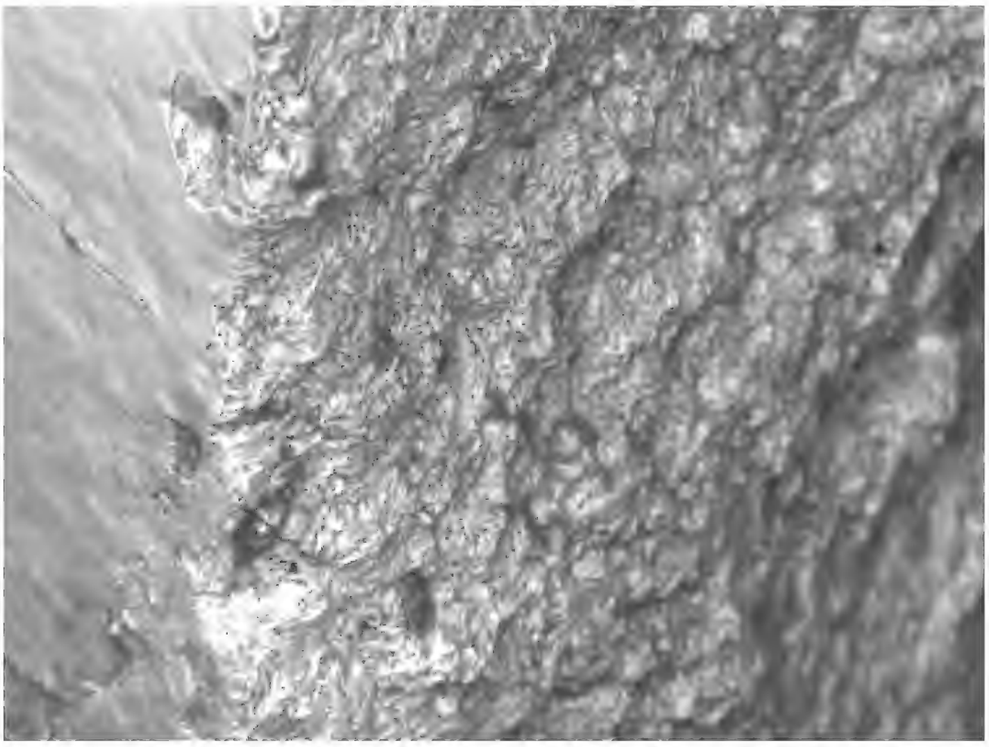


Fig.2- Vista radicular do dP^4E de *Tetragonostylops apthomasi* (UFRJ-DG 144-M) mostrando a irregularidade da superfície devido ao conjunto de lacunas de *Howship* (250x).

de maior valor sistemático (vide CIFELLI, 1993), do que as feições que os unem a *V. prototypica*.

CONCLUSÃO

Os quatro dentes estudados foram considerados decíduos por serem braquiodontes e molarizados, pela coloração mais clara, câmara pulpar ampla e presença de lacunas de *Howship*. Foram atribuídos, tentativamente, a *Tetragonostylops apthomasi*, pela ausência de paracônule, metacônule, mesóstilo e protóstilo e presença de cíngulo mesial.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio Roberto Peres Line (UniCamp), ao Cel. Pinto e ao Eng° Eletrônico Dagmilson Tonasse Gomes (DE-4/IME); aos laboratórios de Celenterologia e Ictiologia (MNRJ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGQVIST, L.P., 1996 – **Reassociação do pós-crânio às espécies de ungulados da bacia de S. J. de Itaboraí (Paleoceno), Estado do Rio de Janeiro, e filogenia dos "Condylarthra" e ungulados sul-americanos com base no pós-crânio**. Porto Alegre. 407p. Tese (Doutorado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BRASKAR, S.N., 1989 – **Histologia e Embriologia Oral de Orban**. 10 ed., Editora Artes Médicas LTDA, Rio de Janeiro. 501p.

CIFELLI, R.L., 1983 – Eutherian Tarsals from the Late Paleocene of Brazil. **American Museum Novitates**, New York (2761):1-31, figs.1-12.

CIFELLI, R.L., 1993 – The Phylogeny of the Native South American Ungulates. p.195-216, 9 figs. In: SZALAY, F.S.; NOVACEK, M.J. & McKENNA, M.C. (Eds.) **Mammal Phylogeny.** Springer - Verlag, New York. 321p., 137figs.

KUCHINSKI, F.B., 1996 – **Histologia Dental e Periodontal**. 7.ed., 172p., 51 figs.

MCDONALD, R.E. & AVERY, D.R., 1995 – **Odontopediatria**. 6.ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 501p.

PAULA-COUTO, C., 1949 – Novas observações sobre a paleontologia e geologia de depósitos calcários de São José de Itaboraí. **Notas Preliminares e Estudos**, DGM/DNPM, Rio de Janeiro (49):1-13.

PAULA-COUTO, C., 1952a – Fossil mammals from the beginning of the Cenozoic in Brazil. Condylarthra, Litopterna, Xenungulata and Astropotheria. **Bulletin**

of the American Museum of Natural History, New York, **99**(6):359-394, pls.32-43.

PAULA-COUTO, C., 1952b – Fossil mammals from the beginning of the Cenozoic in Brazil. Notoungulata. **American Museum Novitates**, New York (1568):1-16, figs.1-10.

PAULA-COUTO, C., 1963 – Um Trigonostylopidae do Paleoceno do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **35**(3):339-351.

PAULA-COUTO, C., 1970 – Novo notoungulado no Riochiquense de Itaboraí. **Inheringia**, Geologia, Porto Alegre (3):77-86, figs.1-3.

PAULA-COUTO, C., 1978a – Ungulados fósseis do Riochiquense de Itaboraí, RJ, Brasil. II.Condylarthra e Litopterna. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **50**(2):209-218, figs.1-11.

PAULA-COUTO, C., 1978b – Ungulados fósseis do Riochiquense de Itaboraí, RJ, Brasil. III. Notougulata e Trigonostylopoidea. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **50**(2):219-226, figs.1-7.

PAULA-COUTO, C., 1979 – Ungulados fósseis do Riochiquense de Itaboraí, RJ, Brasil. IV- Retificação sobre os Notoungulata. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **51**(2):345-348, figs.1-3.

PINTO, D.R., 1998 – **Estudo da variação biométrica e morfológica dos dentes de *Tetragonostylops apthomasi* (Mammalia – Astrapotheria), da Bacia de S.J. de Itaboraí, RJ (Paleoceno superior)**. Rio de Janeiro, 72p., 36 figs. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas), Programa de Graduação da Universidade do Rio de Janeiro.

PRICE, L.I. & PAULA-COUTO, C., 1946 – Vertebrados terrestres do Eoceno na Bacia de Itaboraí, Brasil. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 2., Petrópolis, **11**(64):212-213.

PRICE, L.I. & PAULA-COUTO, C., 1950 – Vertebrados terrestres do Eoceno na bacia calcária de Itaboraí. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE ENGENHARIA DE MINAS E GEOLOGIA, 2., Petrópolis. **Resumos...**, Petrópolis, **3**:149-173, figs.1-7.

SCOTT, W.B., 1912 – Toxodonta. 6(2), p.111-299. **MAMMALIA OF THE SANTA CRUZ BEDS.** (Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899). The University of Princeton, Princeton. p.353.

SCOTT. W.B., 1928 – Astrapotheria. 6(5), p.301-342. **MAMMALIA OF THE SANTA CRUZ BEDS.** (Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899). The University of Princeton, Princeton. p.353.

SIMPSON, G.G., 1967 – The beginning of the age of mammals in South American. Part 2. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, New York, **137**:15-242.

SINCLAIR. W.J., 1909 – Typotheria. 6(1), p.1-110. **MAMMALIA OF THE SANTA CRUZ BEDS.** (Reports of the Princeton University Expeditions to Patagonia, 1896-1899). The University of Princeton, Princeton. p.109.

WEST, R.M., 1971 – Deciduous Dentition of the Early Tertiary Phenacodontidae (Condylarthra, Mammalia). **American Museum Novitates**, New York, **2461**:1-37.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.195-198, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

DIVERSIDADE FAUNÍSTICA BASEADA EM ESCAVAÇÃO TAFONOMICAMENTE ORIENTADA DE MATERIAL SUB-RECENTE PRESERVADO EM CAVERNA DA REGIÃO CÁRSTICA DE LAGOA SANTA, MINAS GERAIS [1]

CLAYTON PERÔNICO [2] [3]
ANA CAROLINA SRBEK-ARAUJO [2]

RESUMO: O trabalho foi realizado na gruta Bauzinho de Ossos, região cárstica de Lagoa Santa/MG. Com o objetivo de se obter informações mais detalhada a respeito do material coletado, realizou-se uma adaptação metodológica baseada em técnicas de escavação arqueológica. O sítio deposicional trabalhado (SD-1) localiza-se a 10m da entrada principal da caverna e nele foi observada a distribuição espacial das peças ósseas e a diversidade taxonômica presente. Foram registrados os seguintes taxa: Didelphimorphia, Artiodactyla, Carnivora, Chiroptera, Rodentia e Xenarthra, normalmente encontrados em estudos paleontológicos na região, além de Anura e Serpentes. Destacam-se em SD-1 quatro níveis principais de acumulação resultantes de um carreamento de baixa energia e pouco seletivo, uma vez que tais conjuntos eram constituídos por diversas partes esqueletais de pequenas dimensões e pertencentes a diferentes taxa.

Palavras-chave: diversidade, Tafonomia, vertebrados, caverna.

ABSTRACT: Faunistic diversity based on a taphonomically orientated excavation of Sub-Recent material preserved in a cave of the carstic region of Lagoa Santa, Minas Gerais.

This study was developed in the Bauzinho de Ossos cave of the Carstic Region of Lagoa Santa/MG. Making use of an archaeological method it was possible to obtain a considerable gain of detailed information. The site (SD-1) where the spacial distribuition and taxonomic diversity of the osteological record was observed, is localized 10m from the main entrance of the cave. The material recorded belongs to Didelphimorphia, Artiodactyla, Carnivora, Chiroptera, Rodentia and Xenarthra, which are normally found in paleontological studies in this region, plus Anura and Serpentes. At least four main accumulation levels were observed in SD-1. The material was acumulated probably as a result of low energy and few selective transportation agent, since these assemblages showed a significative diversity of small skeleton parts belonging to different taxa.

Key words: diversity, Taphonomy, vertebrates, cave.

INTRODUÇÃO

Os registros fósseis provenientes de escavações em cavernas têm colaborado para enriquecer a sistemática e os estudos morfológicos da fauna quaternária brasileira. Ultimamente, a aplicação de metodologias tafonômicas de análise de restos e vestígios preservados em cavidades naturais tem permitido a obtenção de informações mais detalhadas a respeito do estado de preservação do material e do processo de formação do jazigo fossilífero (MONDINI, 1994; SANCHO, 1995; GOMIDE, 1999).

Estudos tafonômicos a respeito do funcionamento de sítios deposicionais na preservação de peças esqueletais (Tafonomia Funcional) têm colaborado para um melhor entendimento dos eventos envolvidos nos processos de fossilização (FERNÁNDEZ-JALVO *et al.*, 1996; KIDWELL & BEHRESMEYER, 1988), bem como na determinação da variedade e da distribuição espacial dos exemplares que constituem tais jazigos (BEHRESMEYER, 1991; CASTILLO *et al.*, 1996; HERRERA, PALMQVIST & NAVARRO, 1996).

O presente trabalho foi desenvolvido na gruta Bauzinho de Ossos, localizada no Carste de Lagoa Santa (Formação Sete Lagoas/Grupo Bambuí, do Proterozóico Superior), a 30km ao norte de Belo Horizonte. O sítio deposicional trabalhado (SD-1), localiza-se a 10m da entrada principal da caverna

[1] Entregue em 31/07/2002. Aceito em 28/03/2002.
[2] Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Ciências Biológicas. Avenida Dom José Gaspar, 500. Coração Eucarístico, 30535-610. Belo Horizonte, MG, Brasil.
[3] E-mail: peronico@brfree.com.br.

e caracteriza-se por possuir uma vala natural e estar situado no piso de um de seus condutos. Foi realizada uma metodologia de escavação criteriosa que permitiu a obtenção de informações inovadoras, abrindo novas perspectivas para o estudo paleontológico em cavernas.

METODOLOGIA

A coleta do material foi realizada a partir de uma adaptação metodológica de escavação baseada nos métodos empregados em trabalhos arqueológicos (JUNQUEIRA, 1992, 1993; SANCHO, 1995). Sobre a superfície de SD-1 foi montada uma quadra de 2,5m x 3,0m (comprimento máximo x largura máxima) subdividida em quadrantes de 0,5m x 0,5m. Com o objetivo de realizar uma coleta mais minuciosa de informações, cada registro ósseo foi plotado, observando-se o nível de profundidade, a orientação, a direção e o sentido de disposição no jazigo. Essa adaptação permitiu a obtenção de maior volume de dados, viabilizando a identificação de níveis de acumulação óssea, contribuindo com o entendimento da formação e funcionamento do jazigo e sua relação com a diversidade de peças nele preservadas.

O material coletado encontra-se depositado na Coleção de Paleontologia do Museu de Ciências Naturais, PUC Minas Gerais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletadas 181 partes esqueletais, representadas por peças inteiras e fragmentos ósseos, pertencentes às classes Amphibia, Reptilia e Mammalia. A análise do material proveniente de SD-1 demonstrou uma superioridade numérica da

TABELA 1

Diversidade faunística em SD-1

CLASSE	ORDEM	N° DE PEÇAS	DESCRIÇÃO
Amphibia (2%)	Anura	3	Tíbio-fíbula; vértebra e osso longo indeterminado
Reptilia (6%)	Serpentes	11	Vértebra
Mammalia (92%)	Artiodactyla (Família Tayassuidae) (52%)	88	Crânio; mandíbula; dentes isolados (molariforme, incisivo e canino); vértebra; esternebra; escápula; úmero; fêmur; falanges (proximal, média e distal); cubóide; navicular; calcâneo; astrágalo; carpal II e III; metacarpo/metatarso; cintura pélvica; costela e osso longo indeterminado
	Carnivora (1%)	2	Carnasial e pré-molar
	Chiroptera (4%)	6	Rádio e osso longo indeterminado
	Didelphimorphia (1%)	1	Mandíbula
	Rodentia (13%)	21	Mandíbula; dente (incisivo e molariforme); úmero; cintura pélvica; fêmur e tíbia
	Xenarthra (Família Dasypodidae) (1%)	2	Osteoderma
	Mammalia Indeterminata (28%)	47	Fragmentos indeterminados

Classe Mammalia, com predomínio da Ordem Artiodactyla/Família Tayassuidae (Tab.1).

Considera-se que a adaptação metodológica realizada permitiu a coleta de grande diversidade de achados no que se refere tanto às partes esqueletais quanto aos taxa identificados. Esses registros estão muitas vezes representados por fragmentos e peças de pequenas dimensões.

Trabalhos realizados na região cárstica de Lagoa Santa têm revelado diversidade na fauna Sub-Recente, evidenciada através de registros de Didelphimorphia, Chiroptera, Primates, Xenarthra, Lagomorpha, Rodentia, Carnivora, Artiodactyla, Perissodactyla e Proboscidea (ABUHID & FERREIRA, 1991; CARTELLE *et al.*, 1996; PAULA-COUTO, 1950, 1975).

Os achados de mamíferos provenientes de Bauzinho de Ossos estão de acordo com aqueles até então relatados para a área. Destacam-se, entretanto, registros de anfíbios e répteis, incomuns nas pesquisas paleontológicas na região, demonstrando que metodologias mais criteriosas de escavação podem – sempre que possível seu emprego – enriquecer as informações obtidas nos trabalhos paleontológicos em cavernas.

Acumulações ósseas encontradas em sítios paleontológicos têm sido atribuídas a restos alimentares (MONDINI, 1994; SANCHO, 1995), sepultamentos (JUNQUEIRA, 1992, 1993) ou resultados de eventos de carreamento (BEHRESMEYER, 1988).

A ausência de marcas de dentes/ferramentas e de sinais de carbonização no material coletado descartam a chance de serem restos de alimentos de animais ou do próprio homem. Afasta-se, também, a possibilidade de pertencerem a um sepultamento, por não se tratarem de restos humanos.

A metodologia de escavação empregada e o estudo verticalizado do jazigo SD-1 revelaram quatro níveis principais de acumulação óssea atribuídos a carreamento. No primeiro, localizado no intervalo de 40-50cm de profundidade de escavação, foram encontradas associadas tíbio-fíbula de anuro; vértebras de serpente; fragmentos de costelas, de úmero e de ossos longos indeterminados, além de vértebras e dentes isolados de mamíferos de pequeno porte.

O segundo nível, 110-120cm de profundidade, destaca-se pela presença de fragmentos de mandíbula e de ossos longos, vértebras e ossos do tarso creditados a mamíferos, além de vértebras de serpente.

Vértebras de serpente; dentes isolados, vértebras e alguns fragmentos ósseos de mamíferos foram encontrados constituindo a concentração do intervalo 130-140cm de profundidade.

Finalmente, observa-se a associação constituída por vértebras e úmero de tayassuídeo, fragmentos de costela e fragmentos ósseos indeterminados de mamíferos no intervalo 150-160cm de profundidade de escavação.

Esses dados sugerem a ocorrência de eventos alternados de carreamento, com envolvimento de intensidades diferentes de energia, promovendo a formação de acumulações ósseas ou favorecendo uma maior distribuição espacial das peças. As acumulações encontradas são constituídas por peças esqueletais diversas, pertencentes a diferentes taxa, estando relacionadas, portanto, a um carreamento pouco seletivo e que funcionou, de maneira geral, como um evento de baixa energia na formação de SD-1. O sedimento no qual as peças se encontravam possuía características que corroboram essa observação, tendo apresentado aspecto homogêneo, sem clastros ou seixos de grandes dimensões, além de possuir granulometria pequena, do tipo areia fina.

CONCLUSÃO

A diversidade qualitativa, das peças esqueletais e dos taxa, encontrada em SD-1 deve ser atribuída à metodologia mais criteriosa de escavação utilizada, que possibilitou a coleta de grupos incomuns em sítios deposicionais de cavernas, como as evidências de anuros e serpentes, bem como de peças diminutas, destacando-se os dentes isolados de roedor.

Considerando-se que cada jazigo funciona de forma distinta na retenção e preservação de informações a respeito de formas de vida pretérita, propõe-se a continuidade de estudos tafonômicos em diferentes tipos de depósitos fossilíferos em cavernas, visando uma maior obtenção qualitativa de dados e um melhor entendimento desses tipos peculiares de ambiente de preservação.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro; à Pontifícia Universidade Católica - Minas Gerais (PUC-MG), pelo auxílio laboratorial; aos professores Virgínia Abuhid e Mauro Ferreira (Museu de Ciências Naturais, PUC-MG), pelas sugestões realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUHID, V.S. & FERREIRA, M.A.C., 1991 – Novas descobertas paleontológicas na Gruta do Baú. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 1., Belo Horizonte. **Resumos...**, Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, p.27.

BEHRESMEYER, A.K., 1988 – Vertebrate preservation in fluvial channels. **Palaeogeography**, **Palaeoclimatology**, **Palaeoecology**, Amsterdã (63):183-199.

BEHRESMEYER, A.K., 1991 – Terrestrial vertebrate accumulations. In: ALLISON, P.A. & BRIGGS, D.E.G. (Eds.) **Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record**. Topics in Geobiology (9). New York: Plenum Press. p.291-335.

CARTELLE, C.; ABUHID, V.; FERREIRA, M.A.C. & FERREIRA, R.L., 1996 – Levantamento Paleontológico. In: APA Cárstica de Lagoa Santa. Belo Horizonte: CPRM. 15p.

CASTILLO, C.; COELLO, J.J.; MARTÍN-OVAL, M.; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, C.; ESTÉVEZ, A. & MENESES, M.D., 1996 – Tafonomía de las concentraciones óseas de vertebrados en los tubos volcánicos de Canarias: implicaciones paleoecológicas. In: REUNIÓN DE TAFONOMÍA Y FOSSILIZACIÓN, 2., Madrid. **Comunicación...**, Madrid: Fernando el Católico, p.89-96.

FERNÁNDEZ-JALVO, Y.; DENYS, C.; ANDREWS, P.; WILLIAMS, T. & DAUPHIN, Y., 1996 – Taphonomy and Palaeoecology of Oldwai Bed – I (Pleistocene, Tanzania). In: REUNIÓN DE TAFONOMÍA Y FOSSILIZACIÓN, 2., Madrid. **Comunicación...**, Madrid: Fernando el Católico, p.115-118.

GOMIDE, M., 1999 – **Sistematização de critérios para diagnóstico diferencial entre paleopatologias e sinais de alterações análogas**: fundamentos teórico-metodológicos. Rio de Janeiro. 212p., 78 figs. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública/Fundação Oswaldo Cruz.

HERRERA, A.A.; PALMQVIST, P. & NAVARRO, B.M., 1996 – Estudio Tafonómico Cuantitativo de la Asociación de Macromamíferos de Venta Micena. In: REUNIÓN DE TAFONOMÍA Y FOSSILIZACIÓN, 2., Madrid. **Comunicación...**, Madrid: Fernando el Católico, p.27-38.

JUNQUEIRA, P.A., 1992/93 – Os Sepultamentos da Escavação Nº 3. In: PROUS, A. (Ed.) **Arquivos do Museu de História Natural UFMG**, Belo Horizonte (13): p.78-90.

KIDWELL, S.M. & BEHRESMEYER, A.K., 1988 – Overview: Ecological and Evolutionary Implications of Taphonomic Processes. **Palaeogeography**, **Palaeoclimatology**, **Palaeoecology**, Amsterdã (63):1-13.

MONDINI, N.M., 1994 – Los zorros como agentes tafonomicos. Su accion en cuevas y abrigos de Puna. In: CONGRESO NACIONAL DE ARQUEOLOGIA ARGENTINA, 11., Buenos Aires. **Anais...**, Buenos Aires, p.353-357.

PAULA-COUTO, C., 1950 – **Memórias sobre a Paleontologia brasileira**: revistas e comentadas. Rio de Janeiro: Ministério de Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro. 589 p.

PAULA-COUTO, C., 1975 – Mamíferos Fósseis do Quaternário do Sudeste Brasileiro. In: INTERNATIONAL SIMPOSIUM ON THE QUATERNARY, 1., Curitiba. BIGARELLA, J.J. & BECKER, R.D. (Eds.) **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba (33):89-132.

SANCHO, M.F.B., 1995 – La organizacion del espacio. hombres, fieras y presas. Estudio arqueozoológico y tafonómico del yacimento del Paleolítico medio de la Cueva de Gabasa 1 (Huesca). **Monografias Arqueol. de la Universidad de Zaragoza**, Zaragoza (38):163-176.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.199-206, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

OCORRÊNCIA DE MAMÍFEROS PLEISTOCÊNICOS EM SERGIPE, BRASIL[1]

(Com 5 figuras)

FÁBIO AMÉRICO SANTOS GOES [2][3][4]
FABIANA SILVA VIEIRA [2][3][5]
MARIA HELENA ZUCON [2][6]
CASTOR CARTELLE [7]
CLEODON TEODÓSIO [2][8]

RESUMO: Na Fazenda Charco, Município de Poço Redondo, situado no polígono da seca, Estado de Sergipe, Brasil, foram encontrados em uma cacimba fósseis de mamíferos do Pleistoceno final identificados como pertencentes às espécies *Eremotherium laurillardi, Stegomastodon waringi, Palaeolama major* e uma espécie indeterminada de Toxodontinae. A continuidade dos trabalhos de escavação provavelmente permitirá ampliar o número dos taxa presentes no jazigo. O material coletado está depositado no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe.

Palavras-chave: Mamíferos, Pleistoceno, Sergipe.

ABSTRACT: Ocurrence of Pleistocenic mammals from Sergipe, Brazil.

In the Charco Farm, district of Poço Redondo, state of Sergipe, Brazil, several upper Pleistocene mammals were recovered from a "cacimba" (human made excavation on the ground to keep rain water). The fossils were assigned to *Eremotherium laurillardi, Stegomastodon waringi, Palaeolama major* and to an undetermined species of Toxodontinae. More excavations will probably increase the number of taxa present in this deposit. The collected material is deposited at the Laboratory of Paleontology of the Federal University of Sergipe.

Key words: Mammals, Pleistocene Sergipe.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, têm-se intensificado os trabalhos sobre achados de mamíferos pleistocênicos no nordeste brasileiro, como nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará (CUNHA, 1966; XIMENES, 1993 e PORPINO & SANTOS, 1997), Paraíba (BERGQVIST *et. al.*, 1997) e Bahia (CARTELLE, 1980 e FERREIRA, 1997). No Estado de Sergipe, as primeiras ocorrências datam da década de 50; são fragmentos de molares e incisivos encontrados no Município de Aquidabã e uma presa de proboscídeo encontrada na Lagoa dos Elefantes, Município de Propriá (PAULA-COUTO, 1953). CUNHA *et al.* (1985) registraram a ocorrência de *Eremotherium laurillardi* (Lund, 1842) Cartelle & Bohorquez, 1982 e *Haplomastodon* Hoffstetter, 1950, no povoado de Lagoa do Roçado, Município de Monte Alegre.

No presente trabalho, são identificadas quatro espécies de mamíferos do Pleistoceno final, ampliando o conhecimento a respeito da megafauna de mamíferos pleistocênicos do Estado de Sergipe.

MATERIAL

O material estudado encontra-se depositado no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe (LPUFS). Foi coletado na Fazenda Charco, Município de Poço Redondo, SERGIPE, BRASIL, em julho de 1999, pela equipe do LPUFS, liderada pelos professores Castor Cartelle e Maria Helena Zucon.

Os exemplares encontram-se em bom estado de preservação. Compreendem ossos das ordens Edentata, Proboscidea, Notoungulata e Artiodactyla.

Eremotherium laurillardi (Lund, 1842)

Fragmento de molariforme: LPUFS 1434 e LPUFS 1474; vértebra caudal: LPUFS 1457 - LPUFS 1462;

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biologia. Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil.
[3] Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
[4] E-mail: xalalaufs@bol.com.br.
[5] E-mail: fabiannavieira@bol.com.br.
[6] E-mail: zucon@ufs.br.
[7] Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, 31270-901, Belo Horizonte, MG, Brasil.
[8] Bolsista de Extensão UFS. E-mail: teodosio@sergipe.com.br.

vértebra torácica: LPUFS 1438, LPUFS 1463 - LPUFS 1469; vértebra lombar: LPUFS 1470 - LPUFS 1473; metacarpo: LPUFS 1435; áxis: LPUFS 1436; fêmur: LPUFS 1437; tíbia: LPUFS 1439; costela: LPUFS 1440.

Stegomastodon waringi (Holland, 1920)

Molar: LPUFS 1427 e LPUFS 1446; incisivo: LPUFS 1429, LPUFS 1449 - LPUFS 1454; vértebra caudal: LPUFS 1441 - LPUFS 1444.

Toxodontinae indet.

Incisivo: LPUFS 1429 e LPUFS 1447; molar: LPUFS 1445; vértebra caudal: LPUFS 1456.

Palaeolama major Liais, 1872

Astrágalo: LPUFS 1431; falange proximal: LPUFS 1432; fêmur: LPUFS 1433.

MÉTODOS

O Município de Poço Redondo está localizado no polígono da seca, a 09°46'32"S e 37°40'38"W (Fig.1), em uma região de caatinga, sobre as rochas do Pré-Cambriano indiviso formadas por calcários e quartzitos, recobertos por uma fina camada de sedimentos da idade quaternária. Com o advento da seca, ocorrem escavações de cacimbas para receber e guardar água da chuva. Durante as escavações na Fazenda Charco foram descobertos ossos fossilizados de mamíferos. O processo, freqüentemente, acarreta a destruição de grande parte dos fósseis que se encontram nos sedimentos. Providencialmente, ao começarem a surgir os fósseis, a prefeitura foi informada, sendo suspensos os trabalhos de preparação da cacimba. A primeira etapa da coleta foi recolher e recuperar as peças retiradas pelos trabalhadores de campo no período da preparação da cacimba; a segunda, consistiu de uma coleta criteriosa dos fósseis e várias peças que se encontravam expostas na superfície que foram coletadas e isoladas para evitar danos aos ossos que afloravam. A seguir, iniciou-se a escavação, com auxílio de talhadeiras, martelos, ponteiras, pincéis e jatos de água. As peças menores foram retiradas e fotografadas, embrulhadas em papel jornal e colocadas em caixas adequadas ao transporte. Com o auxílio de pás, enxadas e cavadores, foram retiradas as peças maiores, que se encontravam em bom estado de preservação. Utilizou-se bandagem de gesso para que não ocorressem fraturas durante o transporte. No laboratório as peças foram montadas com auxílio de um vídeo e fotos feitas no campo. As peças maiores foram reforçadas com vigas de ferro e fixadas com gesso, nas menores usou-se cola de isopor.

Para a identificação das peças foram utilizados: PAULA-COUTO (1979), BERGQVIST (1989), GOMIDE (1989) e CARTELLE (1992, 1999).

DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO

Eremotherium laurillardi

Foram identificados, como pertencentes à *E. laurillardi,* dois fragmentos de dentes, um fêmur e uma tíbia quase completos, uma vértebra cervical (áxis), sete fragmentos de vértebras torácicas, quatro fragmentos de vértebras lombares e seis fragmentos de vértebras caudais, um metacarpo e quatro fragmentos de costelas. Os molariformes, provavelmente M_1 e M_3, não estão completos. Em vista oclusal, o M_1 possui contorno trapezoidal (Fig.2A), enquanto que o M_3 é quadrangular, e quando comparados com CARTELLE (1992, figs.3, 18, 44 e 45), definem o gênero proposto. O fêmur (Fig.2B) tem formato de paralelogramo, com a torção suave característica da espécie e, distalmente, as superfícies articulares destinadas à tíbia e à patela são contínuas (HOFFSTETTER, 1952). Na robusta tíbia percebe-se uma outra característica da espécie, a fusão proximal com a fíbula, enquanto distalmente ocorre articulação com a mesma (Fig.2C). Em adultos de *Megatherium americanum* Cuvier, 1796, o fêmur tem torção mais acentuada, e a tíbia e fíbula são proximal e distalmente fundidas. Do áxis preservou-se o corpo (Fig.2F). Na peça, além de um processo odontóide relativamente curto e cilíndrico, observa-se que a superfície articular ventral do mesmo é contínua, com as superfícies laterais destinadas ao atlas (CARTELLE, 1992, fig.53). As vértebras torácicas (Fig.2D), lombares e caudais; metacarpo (Fig.2E) e fragmentos de costelas correspondem inteiramente às descrições e medidas fornecidas por CARTELLE (1992), pelo que não há dúvidas quanto à atribuição das mesmas a *E. laurillardi.*

O primeiro registro da espécie foi muito limitado: dois dentes juvenis e dois de adulto encontrados pelo dinamarquês Lund em 1842, na região de Lagoa Santa – MG (PAULA-COUTO, 1950). Fósseis da espécie já foram registrados em grande número de estados brasileiros; na região Nordeste, não foi registrado no Estado de Alagoas. CARTELLE & BOHORQUEZ (1982), além de revalidarem a espécie, assinalavam que a mesma poderia apresentar dimorfismo sexual comprovável no tamanho dos ossos. Esse ponto de vista foi

Fig.1- Localização do Município de Poço Redondo, Estado de Sergipe, Brasil.

confirmado por DE IULIIS & CARTELLE (1994). Tais autores defenderam que a espécie do Pleistoceno foi de distribuição panamericana e ocupou, no final da Época, um território que ia desde o Estado de Nova Jersey (EUA) até o Estado do Rio Grande do Sul, pelo que consideram que diversas espécies assinaladas para o Peru, Equador, Venezuela e EUA são sinônimas de *E. laurillardi* (CARTELLE & DE IULIIS, 1995).

Stegomastodon waringi

Foram recuperadas diversas peças incompletas

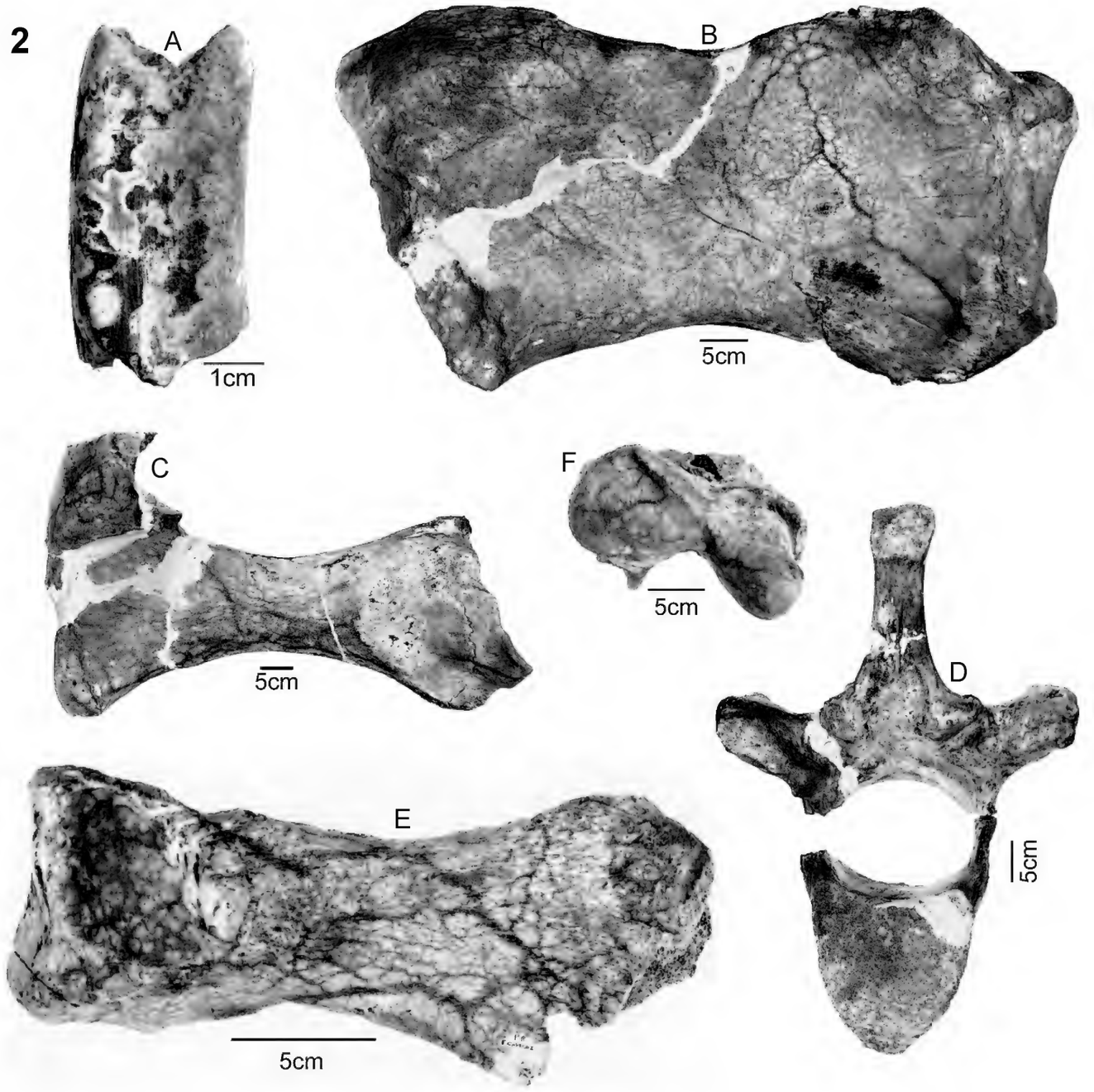


Fig.2- *Eremotherium laurillardi*: (A) fragmento de incisivo, provavelmente M_1; (B) fêmur; (C) tíbia; (D) vértebra; (E) metacarpo; (F) axis.

nas quais identificaram-se sete fragmentos de incisivos (defesas), três molares e os corpos de quatro vértebras. Nos fragmentos de incisivos percebem-se suaves sulcos longitudinais e a ausência de esmalte (Fig.3A), enquanto os molares têm a superfície oclusal com os trevos característicos da espécie intertropical brasileira (Fig.3B). Os corpos vertebrais apresentam-se comprimidos crânio-caudalmente, sendo, provavelmente, vértebras caudais. Os achados de *S. waringi* no território nacional são como os de *E. laurillardi*, muito freqüentes. Não há, ainda, consenso a respeito da sistemática dos mastodontes sul-americanos. Há autores que não aceitam que os Anancinae incluam formas exclusivamente sul-americanas. Segue-se, nesse ponto, a opinião de SIMPSON & PAULA-COUTO (1957), que consideram ser os mastodontes sulamericanos Anancinae, mas não quanto à denominação genérica. Nesse particular, adota-se a opinião de ALBERDI *et al.* (no prelo), que colocam *Haplomastodon* em sinonímia de *Stegomastodon*, considerando essa denominação genérica a correta para a espécie brasileira.

Toxodontinae indet.

Foram recuperados fragmentos de um molar superior e dois incisivos, uma vértebra caudal bem preservada, havendo, porém, dificuldade na identificação específica deste material. O molar apresenta a face aboral dividida em dois lóbulos por um profundo sulco e está coberto por uma camada contínua de esmalte, que se estende desde a metade externa da face anterior até a metade externa da face inferior. A face lingual apresenta faixas verticais mais ou menos largas, desprovidas de esmalte. Um dos incisivos tem a superfície masticatória acentuadamente desgastada em bisel, enquanto no outro ela é menos afilada (Fig.4). VIDAL (1946) estudou

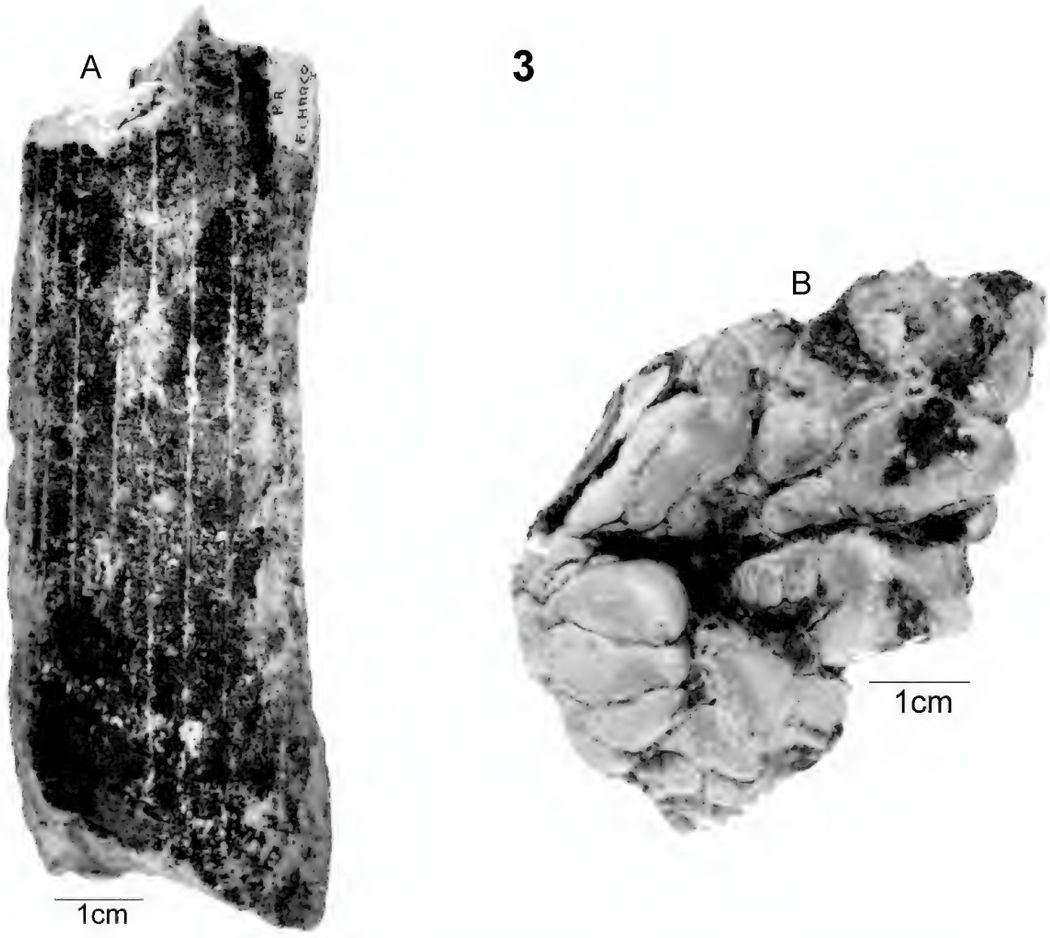


Fig.3- *Stegomastodon waringi*: (A) fragmento de incisivos (defesas); (B) molariforme.

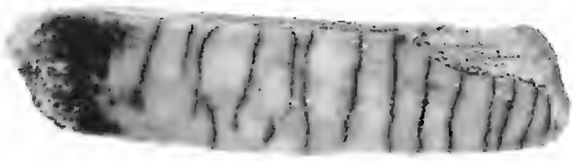


Fig.4- Toxodontinae indet.: fragmento de incisivo.

algumas peças procedentes de Pesqueira (PE) identificando-as como sendo de *Toxodon platensis* Owen, 1840. BERGQVIST (1989) e CARTELLE (1992) assinalam que a identificação de peças de Toxodontinae intertropicais brasileiros é problemática. CARTELLE (*op.cit.*) constatou que duas espécies, *T. platensis* e *Trigonodops lopesi* Kraglievich, 1930 ocorrem simpatricamente em jazidas nordestinas do Pleistoceno final. Elas são diferenciáveis pela região rostral craniana e pelos dentes incisivos completos. As outras peças esqueletais somente são reconhecíveis por meio de comparação direta acurada de numerosas peças uma vez que a morfologia do esqueleto pós craniano, nas duas espécies, é muito próxima. As peças coletadas em Poço Redondo, por não serem diagnósticas, não propiciam a determinação específica.

Palaeolama major

Foram coletados um fragmento do fêmur, um astrágalo e uma falange proximal. O fêmur (Fig.5A) está representado apenas por uma epífise proximal. O astrágalo (Fig.5B) possui o eixo maior no sentido proximo-distal. A tróclea é assimétrica com crista lateral mais expandida proximalmente. Dorsalmente distal à tróclea existe ampla depressão. A faceta ectal está localizada na face lateral e a sustentacular, ampla e convexa, na face caudal. Distalmente, existem duas superfícies contíguas destinadas à articulação com o navicular (BERGQVIST, 1989). A falange (Fig.5C) é alongada e mais ampla

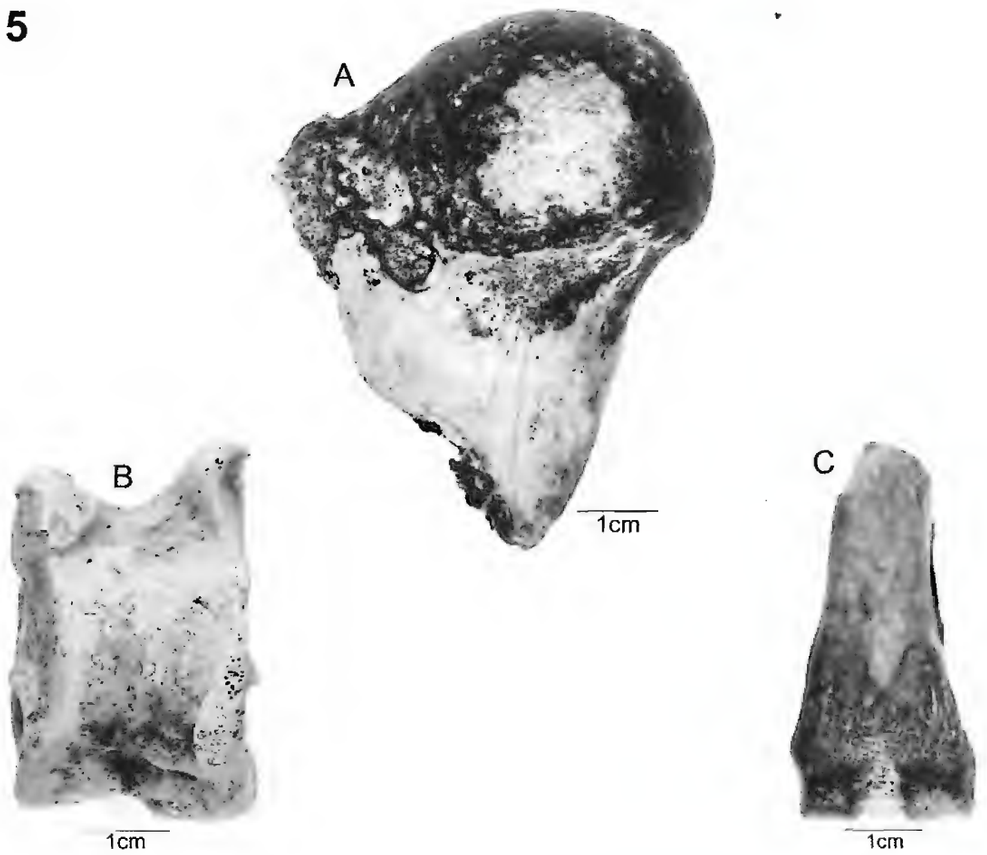


Fig.5- *Palaeolama major*: (A) fragmento de fêmur; (B) astrágalo; (C) falange.

que distalmente. As medidas e morfologia das peças coincidem com as indicadas por BERGQVIST (1989) para peças homólogas procedentes da Paraíba.

CONCLUSÕES

Os achados registrados neste trabalho, além de ampliarem o conhecimento a respeito da megafauna de mamíferos pleistocênicos no Estado de Sergipe, permitem uma identificação específica, confirmando o que já se conhece ao sul (Bahia) e mais ao norte (Pernambuco), ocorrendo uma feição homogênea para grande parte do território do Nordeste durante o Pleistoceno final.

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura de Poço Redondo, pelo apoio na realização do trabalho; aos alunos do Curso Especial de Paleontologia (Universidade Federal de Sergipe) (1999), pelo auxílio no trabalho de campo; a Elias José da Silva (Centro Ambientalista Integrado de Sergipe - CAIS), pela filmagem realizada durante o trabalho de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERDI, M.T.; PARDO, J.L. & CARTELLE, C. (no prelo) – El Registro de *Stegomastodon* (Mammalia, Gomphotheriidae) em el Pleistoceno superior de Brasil.

BERGQVIST, L.P., 1989 – **Os mamíferos pleistocênicos do Estado da Paraíba, Brasil, depositados no Museu Nacional, Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro. 174p. 20pls. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BERGQVIST, L.P.; GOMIDE, M.; CARTELLE, C. & CAPILLA, R., 1997 – Faunas locais de mamíferos pleistocênicos de Itapipoca/Ceará, Taperoá/Paraíba e Campina Grande/ Paraíba. Estudo Comparativo, Bioestratinômico e Paleoambiental. **Revista Universidade Guarulhos, Geociências**, Guarulhos, **2**(6):23-32, tab.1, figs.1-6.

CARTELLE, C., 1980 – Estudo comparativo do rádio e esqueleto da mão de *Glossotherium (Ocnotherium) giganteum* Lund, 1842. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **Resumos...**, **52**(2):359.

CARTELLE, C., 1992 – **Edentata e megamamíferos herbívoros extintos da Toca dos Ossos (Ourolândia, BA)**. Belo Horizonte. 301p. 98 tabs. 300 figs. Tese (Doutorado em Morfologia), Programa de Pós-Graduação em Morfologia, Universidade Federal de Minas Gerais.

CARTELLE, C., 1999 – Pleistocene mammals of the Cerrado and Caatinga of Brazil. In: EISENBERG, J.F. & KENT, H. (Eds.) **Mammals of the Neotropics**. Chicago: The University of Chicago Press. p.27-46.

CARTELLE, C. & BOHORQUEZ, G.A., 1982 – *Eremotherium laurillardi* (Lund, 1842). Parte I. Determinação específica e dimorfismo sexual. **Iheringia**, Geol., Porto Alegre (7):45-63, figs.1-4, 1 tab.

CARTELLE, C. & DE IULIIS, G., 1995 – *Eremotherium laurillardi*: the Panamerican Late Pleistocene megatheriidae sloth. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **15**(4):830-841.

CUNHA, F.L.S., 1966 – Explorações paleontológicas no Pleistoceno do Rio Grande do Norte. **Arquivos do Instituto de Antropologia "Câmara Cascudo"**, Natal, **2**(1-2):75-116.

CUNHA, F.L.S.; ANDRADE, B.; ZUCON, M.H. & SANTOS, M.M., 1985 – Ocorrência de mamífero fóssil pleistocênico localizado em Monte Alegre, Sergipe, Brasil. **MME-DNPM**, **sér. Geol.**, Rio de Janeiro, **7**(2):29-33, figs.1-6.

DE IULIIS, G. & CARTELLE, C., 1994 – The medial carpal and metacarpal elements of *Eremotherium* and *Megatherium*. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **13**(4):525-533.

FERREIRA, M.T.G.M., 1997 – Descrição de um esqueleto de Paleoloama major (Liais, 1872) coletado no Poço Azul, BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15., São Pedro. **Resumos...**, São Pedro: Universidade Estadual de São Paulo, p.134.

GOMIDE, M.S.M., 1989 – **Mamíferos pleistocênicos de Itapipoca, Ceará, Brasil, depositados no Museu Nacional, Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro. 173p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Zoologia), Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Zoologia, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

HOFFSTETTER, R., 1952 – Les mammifères pléistocènes de la République del' Equateur. **Mémoires de la Société Géologique de France** (Nouvelle série), Paris, **66**:1-391.

PAULA-COUTO, C., 1950 – **Memórias sobre a Paleontologia brasileira revistas e comentadas por Carlos de Paula Couto.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro. 591p.

PAULA-COUTO, C., 1953 – **Paleontologia Brasileira – Mamíferos**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional do Livro. 513p.

PAULA-COUTO, C., 1979 – **Tratado de Paleomastozoologia**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 590p., il.

PORPINO, K.O. & SANTOS, M.F.C.F., 1997 – Mamíferos pleistocênicos de Lagoa do Santo, Rio Grande do Norte – Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15., São Pedro. **Resumos...**, São Pedro: Universidade Estadual Paulista, p.116.

SIMPSON, G.G. & PAULA-COUTO, C., 1957 – The

mastodonts of Brazil. **Bulletin of American Museum of Natural History**, New York, **112**(2):125-190, pls.1-23.

VIDAL, N., 1946 – Contribuição ao conhecimento da paleontologia do nordeste brasileiro. Notícia sobre a descoberta de vertebrados pleistocênicos no Município de Pesqueira, em Pernambuco. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (6):1-15.

XIMENES, C.L., 1993 – Mamíferos Quaternários da Lagoa do Osso, Tururu, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13., São Leopoldo. **Resumos...**, São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, p.151.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.207-211, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

UMA PROVÁVEL ESCAVAÇÃO DE DIPNÓICO NA FORMAÇÃO PONTA GROSSA, DEVONIANO DA BACIA DO PARANÁ[1]

(Com 2 figuras)

ANTONIO CARLOS SEQUEIRA FERNANDES[2]
ISMAR DE SOUZA CARVALHO[3]

RESUMO: Uma estrutura tubular ligeiramente encurvada, coletada em sedimentos argilosos da Formação Ponta Grossa (Devoniano Inferior, Bacia do Paraná) localizados próximo à cidade de D. Aquino, Estado de Mato Grosso, é aqui interpretada como o preenchimento passivo de uma escavação produzida por um peixe dipnóico. Sua morfologia e dimensões são compatíveis com as produzidas por esses animais, motivo pelo qual lhes foi atribuída. Admite-se que tenha sido produzida em um ambiente de planície de maré, na região de supra-maré, tratando-se da mais antiga escavação originada por um peixe dipnóico já registrada na literatura.

Palavras-chave: Icnofósseis, Dipnoi, Formação Ponta Grossa, Devoniano.

ABSTRACT: A burrow of Dipnoi in the Ponta Grossa Formation, Devonian of the Paraiba Basin.

A tubular and sightly inclined structure collected in the shales of the Ponta Grossa Formation (Lower Devonian, Paraná Basin), situated near the city of D. Aquino, Mato Grosso State, is interpreted as the passive cast of a vertical burrow produced by a dipnoic fish. Its morphology and dimensions are compatible with that of known burrows of these animals. We belive that this structure was produced in a tidal flat environment, supra tidal, being the most ancient burrow of a dipnoic fish.

Key words: Ichnofossils, Dipnoi, Ponta Grossa Formation, Devonian.

INTRODUÇÃO

Em afloramento de uma sucessão de folhelhos e arenitos pertencentes à Formação Ponta Grossa, situado na margem da rodovia MT-319, cerca de 15km ao norte da cidade de D. Aquino (MT) (Fig.1), são freqüentes escavações que se apresentam preenchidas e têm forma levemente afunilada e encurvada, de seção transversal elíptica. De composição argilo-arenosa ferruginosa, os preenchimentos não contêm estruturas internas visíveis, e externamente apresentam corrugamentos transversais ou inclinados em relação ao eixo longitudinal. Desde então, suas morfologias e dimensões têm sido alvo de questionamento por parte dos autores sobre o organismo que teria gerado tais tipos de estruturas.

Escavações atribuídas a peixes pulmonados têm sido registradas em camadas devonianas, permo-carboníferas, permianas e triássicas da América do Norte; entretanto, suas ocorrências têm se limitado a sedimentos formados em ambientes de água doce. Ao contrário desses registros, a estrutura estudada originou-se em sedimentos de origem marinha litorânea. Deve-se ressaltar que fósseis de peixes dipnóicos são conhecidos a partir do Devoniano Inicial, ocorrendo tanto em sedimentos marinhos como continentais. Apesar das formas marinhas nunca terem sido encontradas associadas a escavações do tipo descrito para os dipnóicos, tal possibilidade não pode ser descartada: poder-se-ia admitir um hábito semelhante para os dipnóicos marinhos primitivos, em um ambiente de águas rasas sujeito a ressecamentos periódicos, fato ainda não registrado na literatura. A ausência de fósseis corporais de dipnóicos e de outros vertebrados na Formação Ponta Grossa, entretanto, dificulta a atribuição definitiva dessa estrutura à atividade desses animais.

O objetivo do presente trabalho, portanto, é a descrição da estrutura encontrada e a interpretação de seu possível gerador.

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.

[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Faculdade de Geologia, Departamento de Estratigrafia e Paleontologia. Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: fernande@uerj.br e fernande@acd.ufrj.br.

[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. Av. Brigadeiro Trompowsky, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: ismar@igeo.ufrj.br

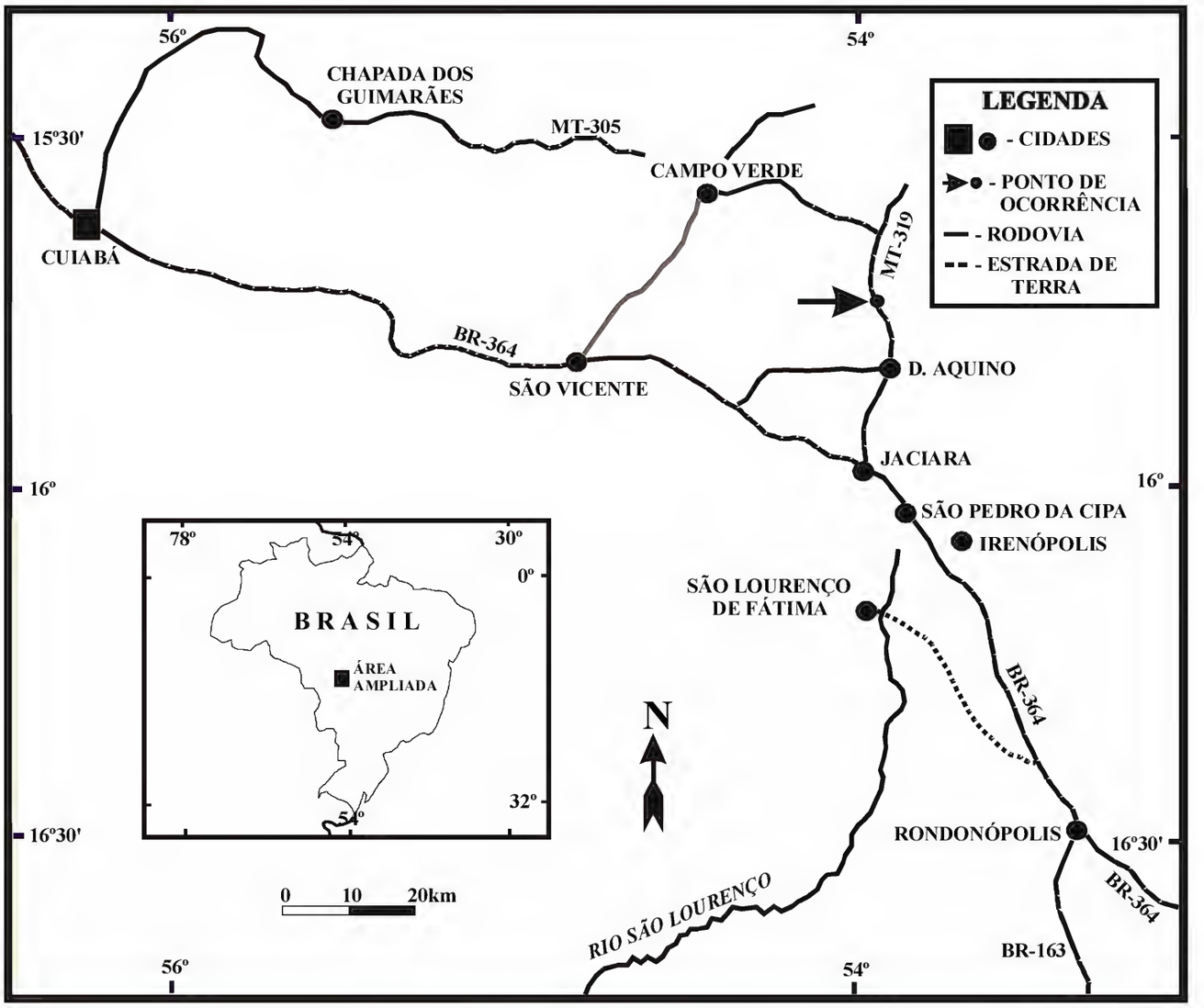


Fig.1- Localização do afloramento situado na margem da rodovia MT-319, cerca de 15km ao norte de D.Aquino (MT).

A FORMAÇÃO PONTA GROSSA E SEU CONTEÚDO ICNOLÓGICO

A Formação Ponta Grossa constitui-se principalmente por folhelhos e siltitos cinza-escuros a pretos, localmente carbonosos e com intercalações de arenitos cinza-claros, micáceos. Seu conteúdo fossilífero abundante, constituído por icnofósseis, escolecodontes, moluscos, braquiópodes, trilobitas, equinodermas e quitinozoários atesta, via de regra, sua origem marinha. O estudo de quitinozoários e palinomorfos permitiu seu zoneamento bioestratigráfico do Praguiano-Emsiano ao Frasniano (Fameniano?), confirmando sua idade devoniana para a formação (GRAHN, PEREIRA & BERGAMASCHI, 2000; PEREIRA, 2000).

Em comparação com seu rico conteúdo de fósseis corporais, os icnofósseis da Formação Ponta Grossa são pouco numerosos e diversificados, sendo mais conhecidos na literatura aqueles registrados na borda leste da bacia, particularmente no Estado do Paraná (FERNANDES, 1999), e atribuídos à atividade de invertebrados. LEONARDI (1982, 1983) registrou também uma das poucas ocorrências de icnitos de vertebrados do Paleozóico da Bacia do Paraná: uma pegada de um possível anfíbio Ichthyostegalia, que denominou *Notopus petri*. Isso fez com que LEONARDI (1983) admitisse uma

ampla distribuição dos anfíbios durante o Devoniano, com grande variedade de formas. Entretanto, ROCEK & RAGE (1994) colocaram em dúvida a interpretação de *N. petri* como a pegada de um anfíbio, levantando a possibilidade de o mesmo ser uma impressão imperfeita produzida por um equinoderma, asteróide ou ofiuróide (?*Asteriacites* ichnosp.), discussão que continua em aberto.

O ICNITO ATRIBUÍDO A DIPNÓICO (Fig.2)

Material – Exemplar DG-UFRJ 014-Ic.

Descrição – Preenchimento incompleto, passivo, de escavação de forma levemente afunilada e encurvada, apresentando seção transversal elíptica. Internamente, seu conteúdo de composição argilo-arenosa ferruginosa não contém estruturas visíveis, e a parede externa possui corrugamentos transversais ou inclinados em relação ao eixo longitudinal. Como decorrência do afunilamento, a extremidade superior apresenta, respectivamente, diâmetros maior e menor de 5,0 e 4,5cm, e a extremidade inferior possui diâmetros maior e menor de 4,1 e 3,8cm, respectivamente. Comprimento do exemplar (incompleto): 13cm.

Observações – As escavações atribuídas a dipnóicos constantes do registro fossilífero foram registradas em camadas do Devoniano Superior (WOODROW & FLETCHER, 1968), Carbonífero Superior (CARROLL,

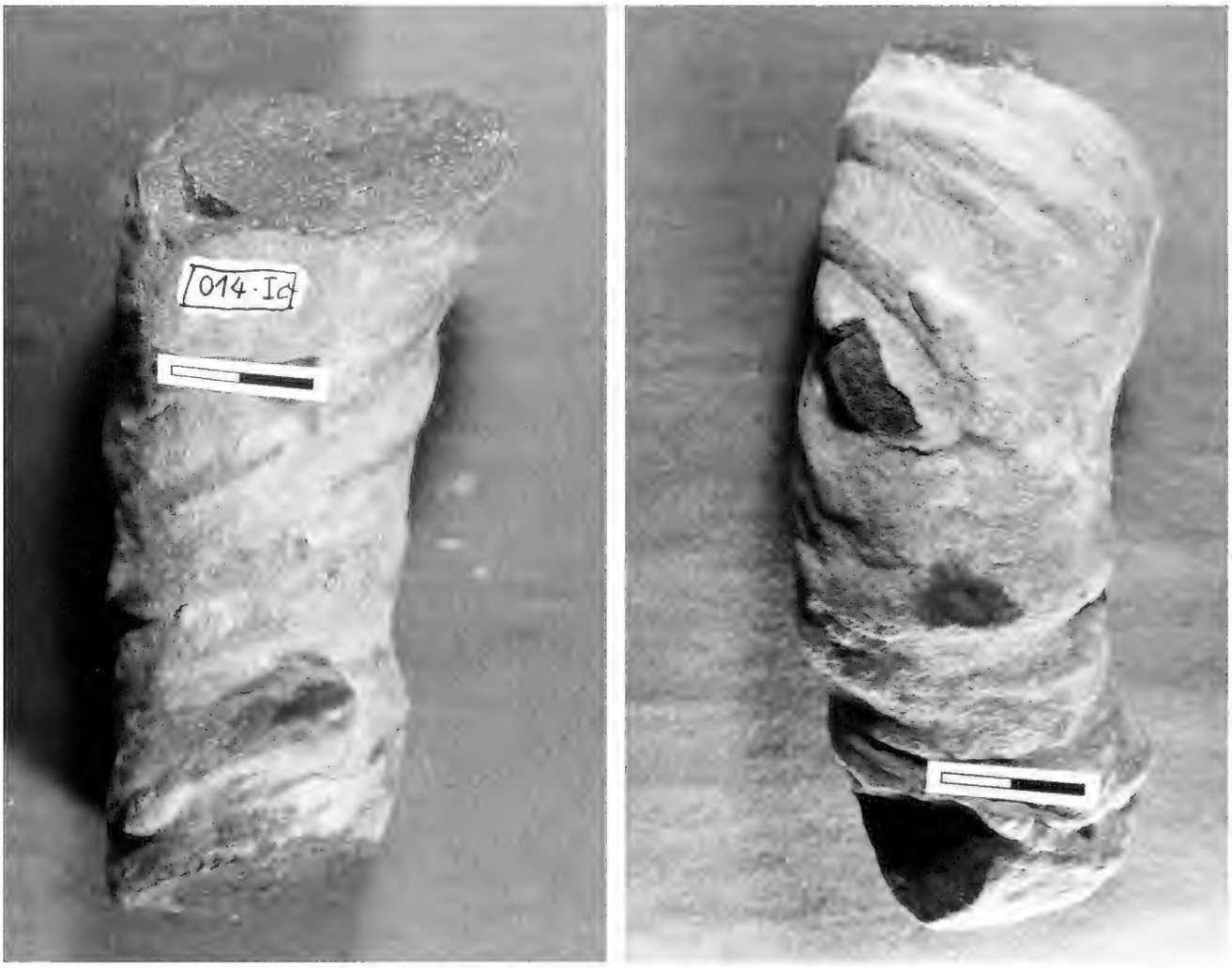


Fig.2- Aspecto geral da escavação atribuída à atividade de dipnóico. Escala = 2 cm.

1965), Permo-Carbonífero (LANGSTON, 1963; OLSON & BOLLES, 1975), Permiano (CARLSON, 1968; GABELMAN, 1955; ROMER & OLSON, 1954; VAUGHAN, 1964) e Triássico (DUBIEL, 1987a, 1987b; DUBIEL, BLODGETT & BOWN, 1987, 1988) da América do Norte e do Oligoceno inferior do Egito (DUBIEL, BLODGET & BOWN, 1987), mas encontradas somente em calcários ou argilitos formados em ambientes de água doce (MCALLISTER, 1988; VOORHIES, 1975), ao contrário da estrutura estudada, procedente dos sedimentos da Formação Ponta Grossa, uma unidade litoestratigráfica depositada em um ambiente tido como de origem marinha. Apesar desta ampla ocorrência temporal de escavações consideradas como de dipnóicos, MCALLISTER (1992) postulou que tais estruturas deveriam ser apenas aquelas que contivessem restos esqueletais em seu interior, restringindo assim escavações de dipnóicos ao Permiano e ao Recente. Entretanto, deve-se ressaltar que fósseis de peixes dipnóicos são conhecidos a partir do Devoniano Inferior (MAISEY, 1996), ocorrendo tanto em sedimentos marinhos como continentais do Devoniano (CARROLL, 1988; PIVETEAU, 1966). Até o momento, as formas marinhas nunca foram encontradas associadas a escavações do tipo descrito para os dipnóicos; mesmo porque, sendo estas resultantes do hábito desses animais de se entocarem durante os períodos de estiagem, teria que se admitir um hábito semelhante para os dipnóicos marinhos primitivos, em um ambiente de águas rasas, sujeito a ressecamentos periódicos, fato ainda não registrado na literatura. Seria possível, portanto, no caso da presente escavação, pressupor um ambiente de planície de maré (região de supra-maré) para os sedimentos da Formação Ponta Grossa onde teria se originado tal estrutura.

De acordo com DUBIEL, BLODGETT & BOWN (1987), a presença de ossos de dipnóicos no interior ou mesmo associados a uma escavação e/ou seu preenchimento não é um fator predominante para que essa estrutura seja atribuída a esses animais. Outros critérios, como sua morfologia e dimensões, podem ser utilizados com essa finalidade, tendo sido então aplicados para a identificação do organismo gerador dessa estrutura. Grande parte dos espécimens descritos na literatura, por exemplo, possuem uma tendência para diminuição no sentido do topo para a base, podendo mesmo apresentar-se inclinados, e os menores preenchimentos conhecidos possuem cerca de 2cm de diâmetro com um comprimento máximo de 15cm. São características que, associadas à presença de corrugamentos na superfície externa do preenchimento, permitem inferir a atividade de um dipnóico na produção da estrutura estudada.

CONCLUSÃO

Escavações deste tipo dificilmente poderiam ser atribuídas à atividade de invertebrados, já que entre os organismos de hábito escavador (principalmente animais vermiformes, alguns cnidários e crustáceos) conhecidos, não se tem registro, na Formação Ponta Grossa, de estrutura com dimensões suficientes para originar escavações desse porte. Poucos também são os registros inequívocos de escavações produzidas por vertebrados aquáticos (peixes agnatos, placodermas e osteíctes) em estratos paleozóicos; apenas os dipnóicos são conhecidos pela construção de escavações verticais permanentes capazes de serem preservadas e reconhecidas em sedimentos antigos. São as escavações produzidas por dipnóicos durante os períodos de estiagem as que mais se aproximam morfologicamente da estrutura encontrada, razão pela qual atribui-se a esses organismos sua origem. A ausência de fósseis corporais de dipnóicos na Formação Ponta Grossa, entretanto, até certo ponto dificulta a atribuição dessa estrutura à atividade desses animais, o que pode fazer com que permaneçam em aberto possíveis considerações sobre o organismo que a gerou.

AGRADECIMENTOS

Ao geólogo José Henrique Gonçalves de Melo (Cenpes, Petrobras), pelas informações sobre a área de ocorrência do icnofóssil descrito. A elaboração deste estudo contou com o suporte financeiro da Fundação Universitária José Bonifácio (FUJB), Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARROLL, R.L., 1965 – Lungfish burrows from the Michigan Coal Basin. **Science**, Washington, D.C., **148**(3672):963-964.

CARROLL, R.L., 1988 – **Vertebrate Paleontology and Evolution**. New York, W.H.Freeman and Company, 698p.

CARLSON, K.J., 1968 – The skull morphology and estivation burrows of the Permian lungfish,

Gnathorhiza serrata. **Journal of Geology**, Chicago, **76**(6):641-663.

DUBIEL, R.F., 1987a – Sedimentology of the Upper Triassic Chinle Formation, southeastern Utah: paleoclimatic implications. **Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science**, Tucson, **22**:35-45.

DUBIEL, R.F., 1987b – Sedimentology and new fossil occurrences of the Upper Triassic Chinle Formation, southeastern Utah. In: 10TH FIELD CONF., Cataract Canyon. **Four Corners Geol. Soc. Guidebook**. Canyon, p.99-107.

DUBIEL, R.F., BLODGETT, R.H. & BOWN, T.M., 1987 – Lungfish burrows in the Upper Triassic Chinle and Dolores Formations, Colorado Plateau. **Journal of Sedimentary Petrology**, Menasha, **57**(3):512-521.

DUBIEL, R.F., BLODGETT, R.H. & BOWN, T.M., 1988 – Lungfish burrows in the Upper Triassic Chinle and Dolores Formations, Colorado Plateau - Reply. **Journal of Sedimentary Petrology**, Menasha, **58**(2):512-521.

FERNANDES, A.C.S., 1999 – Conteúdo icnológico das formações do Ordoviciano-Devoniano da Bacia do Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (46):1-12.

GABELMAN, J.W., 1955 – Cylindrical structures in Permian (?) siltstone, Eagle County, Colorado. **J. Geol.**, Chicago, **63**(3):214-227.

GRAHN, Y., PEREIRA, E. & BERGAMASCHI, S., 2000 – Silurian and Lower Devonian Chitinozoan biostratigraphy of the Paraná Basin in Brazil and Paraguay. **Palynology**, Dallas, **24**:143-172.

LANGSTON, W., 1963 – Fossil vertebrates and the Paleozoic red beds of Prince Edward Island. **Bulletim. National Museum of Canada**, Ottawa, **187**:1-36.

LEONARDI, G., 1982 – Descoberta da pegada de um anfíbio devoniano no Paraná. **Ciências da Terra**, Salvador (5):36-37.

LEONARDI, G., 1983 – *Notopus petri* nov. gen., nov. sp. – une empreinte d'amphibien du Dévonien au Paraná (Brasil). **Geobios**, Lyon, **16**(2):233-239.

MAISEY, J.G., 1996 – **Discovering fossil fishes**. New York: Henry Holt & Company. 223p.

MCALLISTER, J.A., 1988 – Lungfish burrows in the Upper Triassic Chinle and Dolores Formations, Colorado Plateau – comments on the recognition criteria of fossil lungfish burrows. **Journal of Sedimentary Petrology**, Menasha, **58**(2):365-369.

MCALLISTER, J.A., 1992 – *Gnathorhiza* (Dipnoi): life aspects, and lungfish burrows. In: MARK-KUNIK, E. (Ed.) **Fossil fishes as living animals**. Tallin: Academy of Sciences of Estonia, p.91-105.

PEREIRA, E., 2000 – **Evolução tectono-sedimentar do intervalo Ordoviciano-Devoniano da Bacia do Paraná com ênfase na Sub-bacia de Alto Garças e no Paraguai Oriental**. São Paulo. 276p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar), Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências/Universidade de São Paulo.

PIVETAU, J., 1966 – **Traité de Paléontologie**. Paris: Masson et Cie. (Eds.) Tomo IV, vol. 3. 442p.

OLSON, E.C. & BOLLES, K., 1975 – Permo-Carboniferous fresh water burrows. **Fieldiana, Geology**, Chicago, **33**(15):271-290.

ROCEK, Z. & RAGE, J.C., 1994 – The presumed amphibian footprint *Notopus petri* from the Devonian: a probable starfish trace fossil. **Lethaia**, Oslo, **27**(3):241-244.

ROMER, A.S. & OLSON, E., 1954 – Aestivation in a Permian lungfish. **Breviora**, Cambridge (30):1-8.

VAUGHAN, P.P., 1964 – Evidence of aestivating lungfish from the Sangre de Cristo Formation, Lower Permian of northern New Mexico. **Contributions in Science**, Los Angeles (80):2-8.

VOORHIES, M.R., 1975 – Vertebrate burrows. In: FREY, R.W. (Ed.) **The Study of Trace Fossils**. New York: Springer-Verlag. p.325-350.

WOODROW, D.L. & FLETCHER, F.W., 1968 – Devonian dipnoan aestivation cylinders. **Special Papers. Geological Society of America**, New York, **121**:383-384.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.213-216, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

PEGADAS DE RÉPTEIS TERRESTRES NA FORMAÇÃO RIO DO RASTO (PERMIANO SUPERIOR DA BACIA DO PARANÁ), ESTADO DO PARANÁ, BRASIL [1]

(Com 3 figuras)

GIUSEPPE LEONARDI [2]
FERNANDO A. SEDOR [3]
RAFAEL COSTA [3]

RESUMO: Pela primeira vez registram-se com segurança pegadas de tetrápodes terrestres no Permiano Superior do Brasil, na Formação Rio do Rasto, Bacia do Paraná, Estado do Paraná. As amostras estudadas apresentam pegadas atribuídas à *Rhynchosauroides* sp. (Lepidosauria) associadas a pegadas do tipo teromorfóide, como *undertracks*. Estas últimas assemelham-se às pegadas do gênero *Dicynodontipus* (Cynodontia). Ocorrências de pegadas de répteis no Permiano Superior são muito raras. Até o presente, foram encontradas quase exclusivamente na Itália (Alpes Meridionais), nos arenitos da Formação "Arenarie di Val Gardena" da região dos Dolomitos, de idade Changxingiana-Djulfiana.

Palavras-chave: Icnofósseis, Pegadas, Permiano Superior, Bacia do Paraná, Formação Rio do Rasto, *Rhynchosauroides*, *Dicynodontipus*, Brasil.

ABSTRACT: Terrestrial reptiles footprints from Rio do Rasto Formation (Upper Permian of Paraná Basin), Paraná State, Brazil.

Terrestrial tetrapod footprints from the Upper Permian, Rio do Rasto Formation, Paraná Basin, Paraná State, are here described. They are the first ichnological record of Late Permian terrestrial vertebrates in Brazil. The samples show footprints of the ichnogenus *Rhynchosauroides* sp. from a presumed lepidosaurian trackmaker associated with teromorphoid undertracks, similar to *Dicynodontipus* from a presumed cynodontian trackmaker. Late Permian reptile footprints are very rare worldwide and are found mainly in Italy (Southern Alps) in the sandstone of the "Arenarie di Val Gardena" Formation of the Dolomites region, attributed to Changxingian-Djulfian age.

Key words: Ichnofossils, Footprints, Upper Permian, Paraná Basin, Rio do Rasto Formation, *Rhynchosauroides*, *Dicynodontipus*, Brazil.

INTRODUÇÃO

As ocorrências de pegadas de tetrápodos no Permiano Superior são raras no mundo inteiro. Até o presente foram encontradas quase exclusivamente na Itália (Alpes Meridionais), nos arenitos da Formação "Arenarie di Val Gardena" da região dos Dolomitos, de idade Changxingiana-Djulfiana. Na América do Sul elas são praticamente inexistentes, à exceção de uma única pegada duvidosa encontrada na Formação Rio do Rasto, no Município de Jacarezinho, Estado do Paraná (LEONARDI, 1987).

MATERIAL

O material aqui estudado foi coletado em março de 1999 pela equipe de paleontologia do Museu de Ciências Naturais, Universidade Federal do Paraná. Constitui-se de duas amostras isoladas procedentes de um afloramento situado cerca de 15km a sudeste da cidade de São Jerônimo da Serra (Fig.1A), região nordeste do Estado do Paraná (Latitude 23°47,73'S e Longitude 50°37,51'W). Elas estão depositadas na Coleção de Paleontologia do Museu de Ciências Naturais, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná (UFPR), em Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.

O afloramento constitui-se de um corte da rodovia PR-090 e apresenta uma exposição vertical de aproximadamente 23m de altura (Fig.1B). A litologia é característica do Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto, e inclui argilitos e siltitos marrom-avermelhados com intercalações de corpos lenticulares de arenitos finos vermelhos e esverdeados. A estratificação é predominantemente plano-paralela (MENDES, 1967; SCHNEIDER *et al.*, 1974).

[1] Entregue em 31/07/2002. Aceito em 28/03/2002.

[2] Via Modigliani 2, 80070 Monterusciello, Napoli, Italia. E-mail: gi.leonardi@libero.it.

[3] Universidade Federal do Paraná, Museu de Ciências Naturais, Setor de Ciências Biológicas. Centro Politécnico, Jardim das Américas, CP 19031. Curitiba, 81531-990, PR, Brasil.
E-mail: biomuseu@garoupa.bio.ufpr.br.

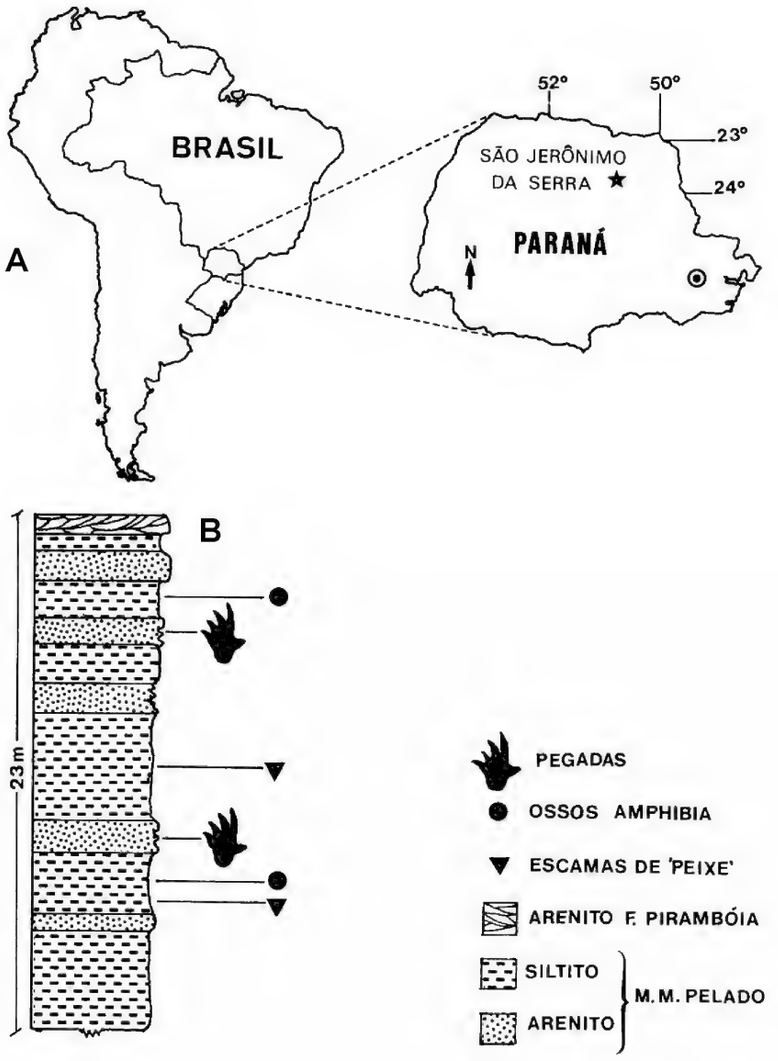


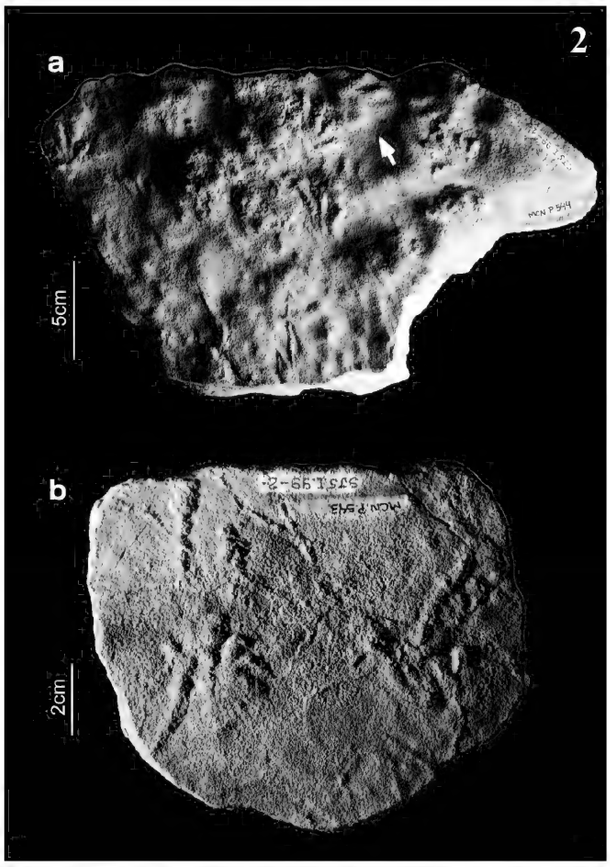
Fig.1- (A) localização geográfica do afloramento; (B) seção colunar esquemática do afloramento em São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná, indicando as ocorrências de fósseis de vertebrados.

O afloramento representa o topo do Membro Morro Pelado da Formação Rio do Rasto, e sua porção superior faz contato recorrente com os arenitos da Formação Pirambóia. Escamas e ossos isolados de peixes e fragmentos de ossos de Amphibia ocorrem nos níveis de siltitos marrom-avermelhados (Fig.1B).

Os icnofósseis procedem de dois níveis lenticulares mais espessos de arenito fino, próximos ao contato com os sedimentitos da Formação Pirambóia.

O exemplar MCN.P.544 (Fig.2a) é uma laje de arenito fino de coloração verde-clara, com superfície ondulada, medindo aproximadamente 24x13cm. Na superfície inferior há hiporrelevos convexos, com pegadas lacertiformes pentadátilas, providas de almofadas digitais, pequenas garras e sinais de arraste de cauda. Nela ocorrem também pegadas do tipo teromorfóide como *undertracks*, apresentando contorno geral arredondado e dedos curtos com pequena divergência interdigital Os pés deviam ser plantígrados e do tipo morfológico que corresponde normalmente à fórmula falangeal (anatômica ou funcional) 2-3-3-3-3 (Fig.3a).

A laje MCN.P.543 (Fig.2b), de arenito fino avermelhado com laminação plano-paralela, mede 9x11cm. Sua superfície inferior apresenta como hiporrelevo convexo uma única pegada lacertiforme, correspondente à mão direita, juntamente com impressões de arraste de cauda (Fig.3b).



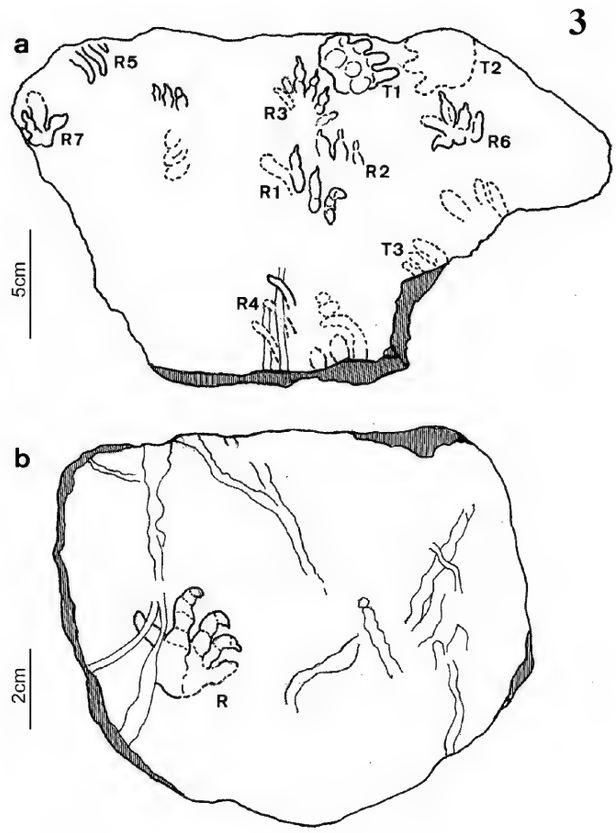


Fig.2- (a) Laje MCN.P.544, com pegadas lacertóides (*Rhynchosauroides*) e teromorfóides (*cfr. Dicynodontipus,* indicada pela seta); (b) espécime MCN.P.543, com pegada lacertóide (*Rhynchosauroides),* e marcas de arraste de cauda; fig.3- (a) desenho interpretativo da Laje MCN.P.544, com pegadas lacertóides (*Rhynchosauroides*, R1 - R7) e teromorfóides (*cfr. Dicynodontipus,* T1 –T3); (b) desenho interpretativo do espécime MCN.P.543, com pegada lacertóide (*Rhynchosauroides,* R), e marcas de arraste de cauda.

RESULTADOS, DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A icnocenose estudada não apresenta seqüência de pegadas que caracterize uma pista.

As pegadas lacertiformes da laje MCN.P.544 (R1 – R7 da figura 3b) são aqui identificadas como *Rhynchosauroides* sp. Maidwell, 1911, atribuídas normalmente à lepidossauros (HAUBOULD, 1971; LEONARDI & MIETTO, 2000). A determinação apóia-se nas seguintes características desses espécimes: pegadas pentadáctilas, lacertóides, com os dedos que crescem gradativamente do I ao IV; o dedo V, quando impresso, é notavelmente menor que os demais, excetuando o dedo I; dedo V com o eixo situado ortogonalmente com relação ao eixo da pegada (eixo do dedo III). Algumas das pegadas são representadas somente pela impressão dos dedos ou das unhas e correspondem a pegadas de pés (como as pegadas R1, R2, R3 e R4 da figura 3a), com as unhas por vezes curvadas para dentro; outras são plantígradas, ou melhor, palmígradas, e representam mãos (como as pegadas R6 e R7 da figura 3a). Não é possível comparar esse material com os parâmetros típicos das pistas desse gênero.

As pegadas teromorfóides (T1, T2 e T3 da figura 3a) assemelham-se àquelas do gênero *Dicynodontipus* Rühle von Lilienstern, 1944, atribuídas normalmente a cinodontes (HAUBOULD, 1971; LEONARDI & MIETTO, 2000). A laje MCN.P.543 (Fig.3b) apresenta uma pegada praticamente completa, atribuída a *Rhynchosauroides* sp. (CONTI *et al.*, 1977). Esta apresenta características típicas da mão dessa forma, que é, como citado anteriomente, palmígrada, com dedos relativamente curtos e unhas curvadas para dentro.

Os icnogêneros *Rhynchosauroides* e *Dicynodontipus* são mais comuns no Triássico dos continentes setentrionais, mas ocorrem no Permiano da Formação "Arenarie di Val Gardena" anteriormente citada (CONTI *et al.*, 1977).

A idade dos sedimentitos do Membro Morro Pelado é ainda causa de controvérsias entre os vários autores. A maioria atribui a idade ao Permiano Superior (MENDES, 1967; DAEMON & QUADROS, 1970; SCHNEIDER *et al.*, 1974; BARBERENA, CORREIA & AUMOND, 1980), enquanto outros atribuem à base do Triássico Inferior (MILANI, FRANÇA & SCHNEIDER, 1994; HOLZ & DIAS, 1988).

No afloramento em questão, os icnofósseis e os fragmentos ósseos de Amphibia ocorrem nos níveis de arenitos finos, próximos ao contato com a Formação Pirambóia. A seção colunar e a distribuição dos fósseis é semelhante à estudada por BARBERENA, CORREIA & AUMOND (1980) na Serra do Cadeado, à qual o autor atribui idade Permiano Superior, baseado na ocorrência de anfíbios rinessucóides (BARBERENA, 1998).

A associação dos icnofósseis com os ossos de Amphibia e a estratigrafia da seção aqui estudada sugerem idade Permiano Superior para essa icnocenose.

O registro desse material é de grande importância, uma vez que vem complementar o registro da fauna continental do Permiano Superior brasileiro, expandindo a distribuição dessas formas e ampliando a ocorrência de localidades com pegadas do Permiano Superior no mundo. Essa ocorrência cria, ainda, expectativas de se encontrar novos registros na Bacia do Paraná.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Alberto Fernandes, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), pelo auxílio no campo e esclarecimentos sobre a estratigrafia das Formações Rio do Rasto e Pirambóia; aos estudantes Fábio M. Soares dos Santos, Pollyana A. Born e Fabiane Lima Rodrigues (UFPR), pela colaboração no trabalho de campo; ao Fundo de Desenvolvimento Acadêmico e ao Setor de Ciências Biológicas (UFPR), pelo apoio e financiamento das atividades de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBERENA, M.C.; CORREIA, N.R. & AUMOND, J.J., 1980 – Contribuição à Estratigrafia e Bioestratigrafia do Grupo Passa Dois na Serra do Cadeado (Nordeste do Paraná, Brasil). **Revista Brasileira de Geologia**, São Paulo, **10**(4):268-275, figs.1-4.

BARBERENA, M.C., 1998 – *Australerpeton cosgriffi* n.g., n.sp., a Late Permian Rhinesuchoid Amphibian from Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **70**(1):125-137, figs.1-5.

CONTI, M.A.; LEONARDI, G.; MARIOTTI, N. & NICOSIA, U., 1977 – Tetrapod footprints of the "Val Gardena Sandstone" (North Italy). Their Paleontological, Stratigraphic and Paleoenviromental Meaning. **Paleontographia Italica**, Pisa, **40**(n.ser.):1-91.

DAEMON, R.F.& QUADROS, L.P., 1970 – Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24., Brasília. **Anais...**, Brasília: Sociedade Brasileira de Geologia, p.335-412.

HOLZ, M. & DIAS, M.E., 1988 – Taphonomy of Palynological Records in a Sequence Stratigraphic Framework: an Example from the Early Permian Paraná Basin of southern Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology**, Amsterdam, **99**:217-233.

HAUBOLD, H., 1971 – Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium. In: KUHN, O. (Ed.) **Handbuch der Palaeoherpetologie, 18.** Stuttgart: G.Fischer. 124p.

LEONARDI, G.,1987 – The First Tetrapod Footprint in the Permian of Brazil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 10., Rio de Janeiro. **Anais 1**, Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p.333-335.

LEONARDI, G. & MIETTO, P., 2000 – **Dinosauri in Italia. Le orme giurassiche dei Lavini di Marco (Trentino) e gli altri resti fossili italiani.** Pisa: Accademia Editoriale. 497p.

MENDES, J.C., 1967 – The Passa Dois Group (The Brazilian Portion of the Parana Basin). In: BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D. & PINTO, I.D. (Eds.) **Problems in Brazilian and Gondwana Geology**. Curitiba: Conselho Nacional de Pesquisas, Centro de Investigações do Gondwana (UFRGS) - Instituto de Geologia (UFPR), Comissão da Carta Geológica do Paraná. p.119-166, il.

MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B. & SCHNEIDER, R.L., 1994 – Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências Petrobrás**, Rio de Janeiro, **8**(1):69-82, figs.1-10.

SCHNEIDER, R.L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R.A.; DAEMON, R.F. & NOGUEIRA, A.A., 1974 – Revisão Estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, p.41-66, figs.1-14.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.217-222, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

ICNOFÓSSEIS DO SÍTIO FOSSILÍFERO DE ÁGUA NEGRA, FORMAÇÃO CATURRITA, NEOTRIÁSSICO DO SUL DO BRASIL[1]

(Com 2 figuras)

LUCIANO ARTEMIO LEAL [2] [3]
SERGIO ALEX KUGLAND DE AZEVEDO [2] [4]
ÁTILA AUGUSTO STOCK DA ROSA [5]

RESUMO: São apresentados icnofósseis (marcas de mordeduras) encontrados em três fragmentos de costelas, ambos os úmeros, rádio e ulna direito e em uma vértebra da série caudal no material fóssil de um dinossauro Prosauropoda (UFSM 11069), coletado no Município de São Martinho da Serra, Neotriássico do sul do Brasil. As marcas de mordeduras são agrupadas em leque aos pares ou em ranhuras isoladas de tamanhos milimétricos, com profundidade homogênea, o que sugere terem sido produzidas por pequenos animais, como cinodontes derivados ou mamíferos basais. Foram encontradas ainda seis vértebras de arcossauriformes, que não possuem relação morfológica com as vértebras do prossaurópoda, podendo tratar-se do indíviduo produtor das marcas de roedura aqui descritas.

Palavras-chave: Icnofóssil, Neotriássico, Formação Caturrita.

ABSTRACT: Ichnofossils from the Água Negra fossiliferous site, Caturrita Formation, Neotriassic of south Brazil

Ichnofossils (gnaw marks) were found in three rib fragments, both humer, right radius and ulna and a caudal vertebrae of the prosauropod dinosaur UFSM 11069, collected in the Municipality of São Martinho da Serra, Early Triassic of southern Brazil. The gnaw marks are fan-like, grouped in pairs, or as milimetric isolated grooves with homogenous depth, suggesting that small animals produced it, such as derived cinodonts or basal mammals. Six archosaurian vertebrae, not related to the prosauropod dinosaur, may belong to the producer of the described gnaw marks.

Key words: Ichnofossil, Early Triassic, Caturrita Formation.

INTRODUÇÃO

Em 1998, o esqueleto quase completo de um dinossauro prossaurópoda foi encontrado em rochas Neotriássicas na localidade de Água Negra, Município de São Martinho da Serra (AZEVEDO *et al.*, 1998; DA ROSA *et al.*, 1998). O afloramento fossilífero localiza-se a cerca de 13km ao norte da cidade de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul (Fig.1). Durante os trabalhos de preparação do material fóssil, foram encontrados alguns icnofósseis na forma de marcas de mordedura, bem como seis vértebras de arcossauro não relacionadas ao dinossauro prossaurópoda.

Este trabalho visa discutir a autoria das marcas encontradas nesse afloramento, trazendo novas evidências sobre a associação paleofaunística presente na Formação Caturrita, Neotriássico do sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante a preparação do esqueleto articulado e quase completo do dinossauro prossaurópoda (UFSM 11069), coletado no distrito de Água Negra, Município de São Martinho da Serra, RS, foram identificadas marcas simétricas em forma de ranhuras. Tais marcas são dispostas em leque e podem apresentar-se agrupadas ou isoladas, com espessura média de 0,2mm, profundidade homogênea, comprimento variável e bordos lisos e arredondados. A maior parte das marcas é encontrada isolada, embora um dos fragmentos de costela apresente-se em par, com aproximadamente 3,5mm de distância entre os centros principais das ranhuras (Fig.2A). A evidência de marcas de mordedura é melhor exemplificada em dois fragmentos de costela pertencentes ao exemplar UFSM 11069 (Fig.2A-D), sendo ainda reconhecíveis

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] E-mail: artemio@acd.ufrj.br.
[4] E-mail: sazevedo@acd.ufrj.br.
[5] Universidade Federal de Santa Maria, CCNE, Departamento de Geociências. Campus Camobi, Prédio 17, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: atila@base.ufsm.br.

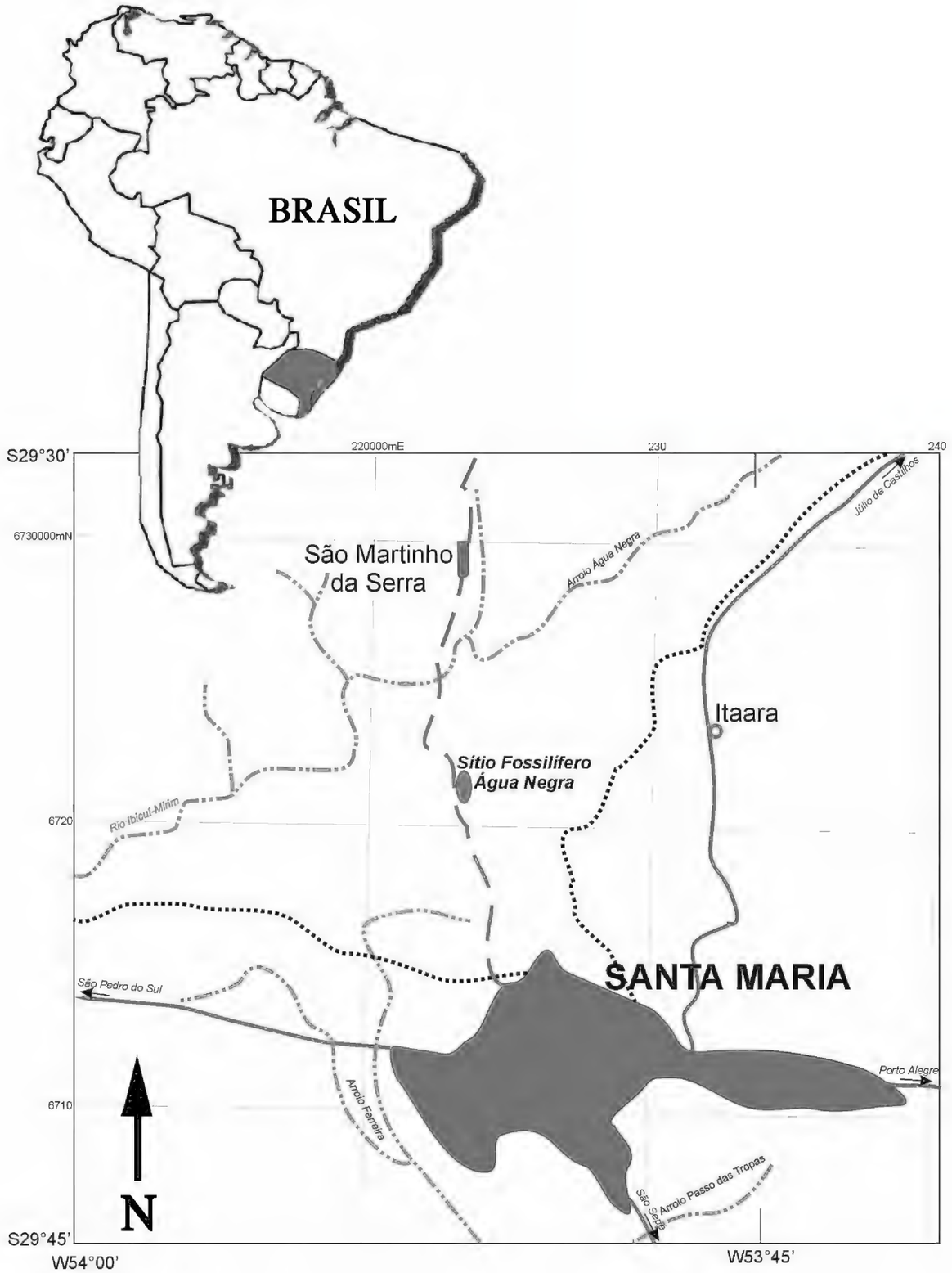


Fig.1- Localização geográfica do Município de São Martinho da Serra, RS.

duas marcas na escápula direita, uma na porção proximal do úmero esquerdo e nove distribuídas ao longo do úmero direito. No rádio direito são reconhecíveis oito marcas de mordeduras distribuídas na diáfise do osso. Foi também constatada uma marca de mordedura em uma vértebra da série caudal do referido animal.

As marcas (comprimento, espessura e profundidade) foram medidas com auxílio de um paquímetro e diferenciadas das marcas produzidas por ferramentas como brocas e agulhas, durante a fase de preparação do material fossilífero. As marcas produzidas no processo de preparação, em geral, apresentam estrias longitudinais no interior do sulco, bordas angulosas e profundidade irregular (SHIPMAN, 1993). No processo de fossilização, a recristalização dos ossos pode provocar fraturas decorrentes do acréscimo de tamanho (HOLZ & SCHULTZ, 1998) e estas, por incongruência, são descartadas neste trabalho.

ERICKSON & OLSON (1996) observaram que as marcas de predação produzidas por dinossauros não apresentam padrão regular, consistindo apenas em sulcos aleatórios. Dinossauros produziriam, acidentalmente, marcas de mordedura ao alimentarem-se de outros animais, pela imperfeita oclusão dentária. Esse fato explicaria a quebra e perda de dentes desses animais. FIORILLO (1991) cita trabalhos de pesquisa de marcas de predação em assembléia fossilífera de mamíferos, sem descrição detalhada dos sulcos, concluindo tratar-se de tentativa de balanceamento da dieta alimentar na obtenção de sais minerais (Ca e P) a partir da raspagem da carcaça de animais mortos. Esse hábito, de raspagem, é comum em animais carnívoros recentes, como a hiena (Kruuk, 1972 *apud* FIORILLO, 1991), e herbívoros, como os camelos (Gauthier-Pilters & Dagg, 1981 *apud* FIORILLO, 1991). Ainda segundo FIORILLO (1991), os registros de marcas de predação, mordedura e raspagem em ossos são mais freqüentes em assembléias fossilíferas de mamíferos, comparadas às dinossaurianas.

Deve-se relatar ainda que durante a preparação em laboratório do dinossauro em questão foram identificadas seis vértebras atribuídas a arcossauriformes indeterminados.

Abreviatura das instituições: Laboratório de Estratigrafia e Paleobiologia/Departamento de Geociências (LEP/DEPGEO); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

GEOLOGIA

O termo Caturrita foi originalmente proposto por BORTOLUZZI (1974), na categoria de Membro, como a porção fluvial da Formação Botucatu. Posteriormente, ANDREIS, BOSSI & MONTARDO (1980) modificaram essa concepção, enquadrando as camadas sedimentares Pós-Estrada Nova e Pré-Botucatu no Grupo Rosário do Sul, composto pelas Formações Sanga do Cabral, Santa Maria (dividida nos Membros Passo das Tropas e Alemoa) e Caturrita. Essa concepção perdura até hoje, com poucas modificações, como a inserção do termo "Arenitos Mata" para a porção superior da Formação Caturrita, proposto por FACCINI (1989). FACCINI (2000) entende os Arenitos Mata como um evento fluvial distinto, embora ainda pertencente à mesma Formação. Na concepção de ANDREIS, BOSSI & MONTARDO (1980), com as modificações propostas por FACCINI (1989, 2000), a Formação Caturrita caracteriza-se por proporções iguais entre arenitos e pelitos, sendo o castanho-avermelhado o tom mais comum. Os arenitos variam de finos a muito grossos ou mesmo conglomeráticos, intercalados com níveis intraclásticos. Freqüentemente exibem estratificação cruzada acanalada ou planar, laminação paralela ou estruturas gradacionais. Em algumas localidades são evidentes seqüências com ciclos granodecrescentes sucessivos (ANDREIS, BOSSI & MONTARDO, 1980; ANDREIS & MONTARDO, 1980) as quais indicam uma origem fluvial em um sistema de fluxo aquoso confinado (FACCINI, 1989), enquanto em outras ocorre a interdigitação dos depósitos de planícies aluviais com os corpos arenosos multiepisódicos de canal fluvial. A presença de paleossolos na Formação Caturrita foi relatada por ANDREIS & MONTARDO (1980).

Uma proposta para a divisão dessa Formação foi apresentada por MACIEL FILHO (1990) em uma fácies psamítica (arenosa) e outra pelítica (argilosa ou síltica), sendo que esta última assemelha-se ao lamito da Formação Santa Maria. FACCINI (2000) explica essa semelhança pelo fato de ambas as formações pertencerem ao mesmo evento fluvial.

O dinossauro prossaurópoda, tombado na coleção paleontológica do LEP/DEPGEO/UFSM sob o número UFSM 11069, foi coletado em um conglomerado intraformacional da Formação Caturrita, situado sobre um argilito de coloração castanho para vermelho, intercalado por lentes de siltito (DA ROSA *et al.*, 1998). Tal espécimen veio somar-se ao material dinossauriano coletado para o Triássico do Rio Grande do Sul (BONAPARTE, FERIGOLO & RIBEIRO, 1999; LANGER *et al.*, 1999).

BIOESTRATIGRAFIA

A Formação Caturrita tem registrado dicinodontes (*Jachaleria*), arcossauriformes (*Proterochampsa*), cinodontes (*Exaeretodon*), rincossauros (*Scaphonyx*), dinossauros (*Guaibasaurus* e o prossaurópoda em questão), dentes indeterminados de dinossauros, além de novos tetrapodas (esfenodontídeos, novos cinodontes, therioherpetídeos, procolofonídeos, terópodos e fabrosaurídeos) (DORNELLES, 1990; AZEVEDO, 1993; SCHULTZ, 1995; BONAPARTE & FERIGOLO, 1998; BONAPARTE, FERIGOLO & RIBEIRO, 1999; AZEVEDO *et al.*, 1999; DA ROSA *et al.*, 1998; FERIGOLO, BONAPARTE & RIBEIRO, 1998; FERIGOLO & RIBEIRO, 2000). Essa unidade apresenta idade Eocoloradense, quando sua paleofauna é comparada com a paleofauna argentina (SCHERER & HOLZ, 1995), correspondente à transição entre as Formações Ischigualasto e Los Colorados (SCHULTZ, SCHERER & BARBERENA, 2000). Esse mesmo nível de transição pode estar presente no Brasil entre as seqüências II e III (FACCINI, 1989) da Formação Santa Maria para a Formação Caturrita. De acordo com o arcabouço bioestratigráfico vigente, a Formação Caturrita compreende o topo da Cenozona Rhyncosauria e o Intervalo Jachaleria (SCHULTZ, SCHERER & BARBERENA, 2000).

DISCUSSÃO

A comparação entre os diferentes tipos de marcas produzidas nos ossos fósseis analisados aponta para animais de pequeno porte como os responsáveis por esse tipo de confecção. Segundo SHIPMAN (1993) certos insetos, como térmites (cupins), produzem perfurações nos ossos que podem apresentar ranhuras superficiais em forma tubular, que não se assemelham às ranhuras aqui descritas. Dentre os organismos registrados para o Triássico sul-rio-grandense, descarta-se obviamente dicinodontes e rincossauros, por suas características anatômicas (tamanho e anatomia do aparelho mastigatório), e de acordo com os critérios

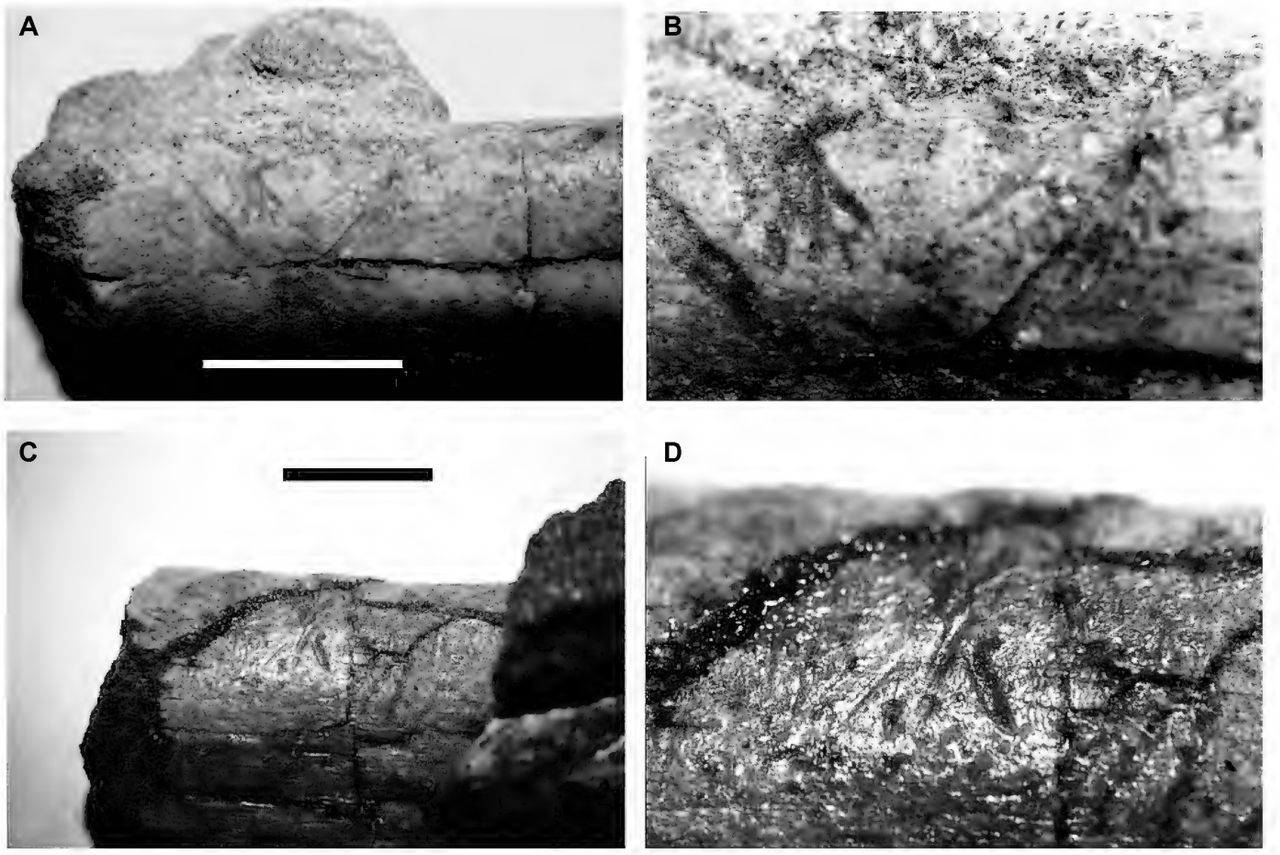


Fig.2- Marcas de mordedura: (A) em par com padrão em leque; (B) detalhe de A; (C) padrão sulco simples; (D) detalhe de C. (escala = 5mm).

apontados por ERICKSON & OLSON (1996), são igualmente descartados dinossauros e grandes arcossauros carnívoros, restando, nesse caso, os arcosauros de pequeno porte, especialmente os cinodontes. Seria possível essa relação?

Os cinodontes descritos, até o momento, para o Neo-triássico do sul do Brasil compreendem várias formas de diferentes tamanhos. Uma comparação da distância entre os dentes caninos das espécies descritas na bibliografia e as marcas descritas neste trabalho apontam para cinodontes de pequeno porte, como *Thrinaxodon brasiliensis* Barberena, Bonaparte & Teixeira, 1987 e *Therioherpeton cargnini* Bonaparte & Barberena, 1975, como os prováveis responsáveis pela produção dessas marcas, embora indivíduos juvenis de espécies de maior tamanho não possam ser descartadas no momento.

Outra hipótese seria a presença inédita para o Triássico sul-brasileiro de mamíferos primitivos. RAGE (1988) traça uma distribuição dos vertebrados terrestres nos continentes Gondwana e Laurásia e aponta que ao final do período Triássico essa dispersão foi possível, comprovada hoje por fósseis de prossaurópodas. Esses dinossauros tiveram ampla dispersão em todo o Pangea durante o Neotriássico, sendo encontrados hoje na América do Norte, América do Sul, Europa, sul da China, sul e leste da África e também na Austrália. RAGE (*op. cit.*) ressalta que nesse período cinodontes derivados, como os tritiylodontes, estavam também dispersando na África do Sul, América do Sul, China, oeste da Europa, América do Norte, juntamente com mamíferos primitivos (os Murganocodontidea), que dispersaram no Gondwana e Laurásia (oeste da Europa, sul da China e sul da África). RAGE (1988) chama atenção para o fato de algumas das camadas consideradas Triássico Superior serem na verdade Jurássico Inferior, com base na distribuição faunística, idéia compartilhada também por ATTRIDGE, CROMPTOM & JENKINS (1985) e FERIGOLO & RIBEIRO (2000). Esses pequenos animais, descritos em outras regiões do planeta em camadas sedimentares Neotriássicas a Eojurássicas, estavam dispersando-se associados a prossaurópodas e poderiam ter hábitos necrófagos. Essa hipótese pode ser comprovada com base nos fósseis encontrados no Neotriássico sul-rio-grandense, pois *Therioherpeton* foi encontrado em meio à gastrália de um rincossauro (BONAPARTE & BARBERENA, 1975), ocorrendo o mesmo com *Thrinaxodon*, coletado pela equipe da UFRGS no ano de 1984, o que sugere que esses dois pequenos cinodontes avançados estavam alimentando-se da carcaça de rincossauros.

A presença de marcas de mordedura, com padrão definido, em ossos de um dinossauro prossaurópoda (UFSM 11069) sugere a ação de organismos necrófagos no Neotriássico sul-brasileiro. A partir da comparação com animais descritos na bibliografia conclui-se que cinodontes derivados, de pequeno porte (*Thrinaxodon brasiliensis*), e até mesmo possíveis ancestrais dos mamíferos (*Therioherpeton cargnini*) são apontados como os responsáveis pela produção das marcas de mordedura.

AGRADECIMENTOS

O trabalho teve o suporte financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS). Ao Departamento de Geociências/UFSM; ao Departamento de Geologia e Paleontologia/Museu Nacional (MNRJ) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas/Zoologia/MNRJ, pelo apoio logístico. Aos biólogos Ruben Alexandre Boelter (LEP/DEPGEO - UFSM); Helder de Paula Silva (MNRJ) e Deise Dias Rêgo Henriques (MNRJ), pela colaboração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREIS, R.R.; BOSSI, G.E. & MONTARDO, D.K., 1980 – O Grupo Rosário do Sul (Triássico) do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31.,Camboriú. **Anais...**, Camboriú: SBG, 2, p.659-673.

ANDREIS, R.R. & MONTARDO, D.K., 1980 – Paleosolos da Formação Caturrita (Triássico Superior), Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriú. **Anais...**, Camboriú: SBG, v.2, p.674-682.

ATTRIDGE, J.; CROMPTON, A.W. & JENKINS, F.A.JR., 1985 – The Southern African Liassic Prosauropod *Massospondylus* discovered in North America. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **5**(2):128-132.

AZEVEDO, S.A.K., 1993 – Os dinossauros triássicos no sul do Brasil: dados e perspectivas. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, **16**(38):31-40.

AZEVEDO, S.A.K.; DA ROSA, A.A.S.; BOELTER, R.A. & LEAL, L.A., 1998 – A prosauropod dinosaur from the late Triassic of southern Brazil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 1., Porto Alegre. **Resumos...**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.14.

AZEVEDO, S.A.; ROSA, A.A.S.; SCHULTZ, C.L.; KELLNER, A.; CARVALHO, L.B.; BOELTER, R.A. & LEAL, L.A., 1999 – Sítio Polêsine, uma nova localidade

fossilífera para o Neotriássico do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA 16., Crato. **Resumos...**, p.22.

BONAPARTE, J.F. & BARBERENA, M.C., 1975 – A possible mammalian ancestor from the middle Triassic of Brazil (Therapsida – Cynodontia). **Journal of Paleontology**, London, **49**(5):931-936.

BONAPARTE, J.F. & FERIGOLO, J., 1998 – A new and primitive saurischian dinosaur, *Guaibasaurus dandelariai*, gen. *et* sp. nov., from the Late Triassic Caturrita Formation of Southern Brazil. In: SYMPOSIUM GONDWANA DINOSAURS, 2., Tokyo. **Abstracts...**, Tokyo: National Science Museum, p.11.

BONAPARTE, J.F.; FERIGOLO, J. & RIBEIRO, A.M., 1999 – A New Early Late Triassic Saurischian Dinosaur from Rio Grande do Sul State, Brazil. In: GONDWANA DINOSAUR SYMPOSIUM, 2., Tokyo. **Proceedings**, **15**, Tokyo: National Science Museum, p.89-109.

BORTOLUZZI, C.A., 1974 – Contribuição à geologia da região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisas**, Porto Alegre, **1**(4):7-86.

DA ROSA, A.A.S.; AZEVEDO, S.A.K.; BOELTER, R.A. & LEAL, L. A., 1998 – On the discovery of a prosauropod in the upper Triassic of Santa Maria region, southern Brazil. In: THIRD ANNUAL CONFERENCE OF IGCP 381., Comodoro Rivadavia, **Abstracts...**, Comodoro Rivadavia - Ushuaia: Asociación Palentológica del Golfo San Jorge, p.27-28.

DORNELLES, J.E.F., 1990 – Registro sobre a ocorrência de dentes de arcossauros para a Formação Caturrita, Triássico Superior do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, **12**:99-101.

ERICKSON, G.M. & OLSON, K.H., 1996 – Bite marks attributable to *Tyrannosaurus rex*: preliminary description and implications. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **16**(1):175-178.

FACCINI, U.F., 1989 – **O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: uma análise sobre o ponto vista das seqüências deposicionais.** Porto Alegre. 121p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FACCINI, U.F., 2000 – **Estratigrafia do Permo-Triássico do Rio Grande do Sul: estilos deposicionais versus espaço de acomodação.** Porto Alegre, 2v. Tese (Doutoramento em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FERIGOLO, J.; BONAPARTE, J.F. & RIBEIRO, A.M., 1998 – Novos vertebrados no Triássico Superior do RS, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA DE VERTEBRADOS, 1., Porto Alegre. **Resumos...**, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.15.

FERIGOLO, J. & RIBEIRO A.M., 2000 – Projeto Pro-Guaíba: novos dados sobre o Triássico/?Jurássico do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ameghiniana**, Suplemento, Buenos aires **37**(4):40R.

FIORILLO, A.R., 1991 – Prey bone utilization by predatory dinosaurs. **Palaeogeography**, **Palaeoclimatology**, **Palaeoecology**, Amsterdã (88):157-166.

HOLZ, M. & SCHULTZ, C.L., 1998 – Taphonomy of the South Brazilian Triassic herpetofauna: fossilization mode and implications for morphological studies. **Lethaia**, Oslo, **31**:335-345.

LANGER, M.C.; ABDALA, F.; RICHTER, M. & BENTON, M.J., 1999 – A Sauropodomorpha Dinosaur from The Upper Triassic (Carnian) of Southern Brazil. **Comptes Rendus de L'Académie des Sciences de Paris**, Earth & Planetary Sciences, Paris, **329**, p.511-517.

MACIEL FILHO, C.L., 1990 – **Carta Geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa Universitária, Universidade Federal de Santa Maria. 21p.

RAGE, J.-C., 1988 – Gondwana, Tethys, and terrestrial vertebrates during Mesozoic and Cainozoic. In: AUDLEY-CHARLES, M.G. & HALLAM, A. (Eds.) **Gondwana and Thethys**. London: Geological Society. p.255-273 (Special Publication, 37).

SCHERER, C.M.S. & HOLZ, M., 1995 – Aspectos climáticos do Triássico Superior: uma visão global. **Comunicações do Museu de Ciência e Tecnologia**/UBEA/PUCRS, Porto Alegre, **1**:33-42 (Série Ciências da Terra).

SCHULTZ, C.L., 1995 – Os répteis fósseis da região de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, **10**:7-26.

SCHULTZ, C.L.; SCHERER, C.M.S. & BARBERENA, M.C., 2000 – Biostratigraphy of Southern Brazilian Middle-Upper Triassic. **Revista Brasileira de Geociências**, Rio de Janeiro, **30**(3):491-494.

SHIPMAN, P., 1993 – **Life history of a fossil: an introduction to taphonomy and paleoecology**. Cambridge: Harvard University Press. 222p.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.223-228, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

OVO E FRAGMENTOS DE CASCAS DE OVOS DE DINOSSAUROS, PROVENIENTES DA REGIÃO DE PEIRÓPOLIS, UBERABA, MINAS GERAIS [1]

(Com 2 figuras)

CLAUDIA MARIA MAGALHÃES RIBEIRO [2]

RESUMO: Neste trabalho são apresentados alguns resultados dos estudos morfológicos de fragmentos de cascas de ovos e de um ovo fossilizado de dinossauro, coletados em afloramentos da Formação Marília (Cretáceo Superior), situados na região de Peirópolis, Minas Gerais (Triângulo Mineiro). Essa formação é composta por conglomerados, arenitos, siltitos e depósitos carbonáticos. Esses depósitos siliciclásticos estão associados a um sistema fluvial entrelaçado, cuja sedimentação ocorreu sob clima semi-árido quente. O ovo encontrado, quase completo, está parcialmente deformado por compactação, e sua casca fragmentada. A histoestrutura das cascas do ovo compreende unidades de casca em forma de leque, com linhas de crescimento convexas. A análise morfológica dos fragmentos de cascas isolados assemelha-se, externa e internamente, àquela observada na casca do ovo fóssil. O estudo preliminar dos caracteres morfoestruturais desses espécimes permitiu sua classificação como pertencente ao tipo básico dinossauróide-esferulítico, com morfotipo discretiesferulítico (tuboesferulítico) e sistema de poros tubocanaliculado, relacionados à oofamília Megaloolithidae. Morfologicamente, os mesmos assemelham-se a exemplares pertencentes a esta oofamília, provenientes de sedimentos cretácicos da Argentina, Espanha, França, Índia e Romênia.

Palavras-chave: ovos fósseis, icnofósseis, fragmentos de cascas, Cretáceo, Bacia Bauru.

ABSTRACT: Egg and eggshells of dinosaurs from Peirópolis region, Uberaba, Minas Gerais, Brazil.

This paper presents some results of morphological studies of one dinosaur egg and eggshells collected in outcrops of the Marília Formation (Late Cretaceous), situated in the Peirópolis region, Uberaba, Minas Gerais (Triângulo Mineiro). This formation is composed of conglomerates, sandstones, siltstones and carbonate deposits. The siliciclastic deposits are associated to a braided fluvial system, in semi-arid climatic conditions. The almost complete egg is partially deformed by compaction and fragmentation. The histostructure of the eggshells analized is composed of short fan-shaped individualized units with convex growth lines. The analysis shows that the morphostructural characteristics of the other samples are similar, in outer and inner surfaces, to those observed in the egg. The preliminary study of their morphological characteristics allowed the classification of those specimens as dinosauroid-spherulitic basic type, with discretispherulitic (tubospherulitic) morphotype and tubocanaliculate pore system. These specimens are atributted to the Megaloolithidae oofamily and are similar to the other eggshells discovered in Cretaceous sedimentary successions from Argentina, Spain, France, India and Romania.

Key words: fossil eggs, ichnofossils, eggshells, Cretaceous, Bauru Basin.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os achados de ovos de dinossauros são muito raros e têm se concentrado na região de Peirópolis, próximo a Uberaba, Minas Gerais (PRICE, 1951). As coletas sistemáticas realizadas a partir de 1990 nessa região, em afloramentos da Formação Marília, propiciaram novas evidências fossilíferas. Estas, relacionadas a ovos e fragmentos de cascas de ovos de répteis, referem-se especialmente à dinossauros.

A área em questão pertence à Bacia Bauru (Cretáceo Superior), localizada na região sudoeste do Brasil, e possui uma área aproximada de 370.000km^2, estando assentada sobre os derrames basálticos da Formação Serra Geral (Fig.1).

Os fragmentos de cascas e o ovo fossilizado de dinossauro são provenientes de afloramentos da Formação Marília (Bacia Bauru, Cretáceo Superior), compostos por sucessões siliciclásticas de conglomerados, arenitos, siltitos e depósitos carbonáticos. Esses depósitos estariam associados a um sistema fluvial entrelaçado, em clima semi-árido quente. Alguns autores dividem a Formação Marília nos membros Ponte Alta e Serra da Galga (FERNANDES & COIMBRA, 1998). Entretanto, estudos sedimentológicos e estratigráficos recentes assinalam que a formação seria indivisa, e que os

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia. Av. Brigadeiro Trompowski, Cidade Universitária, 21949-900, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

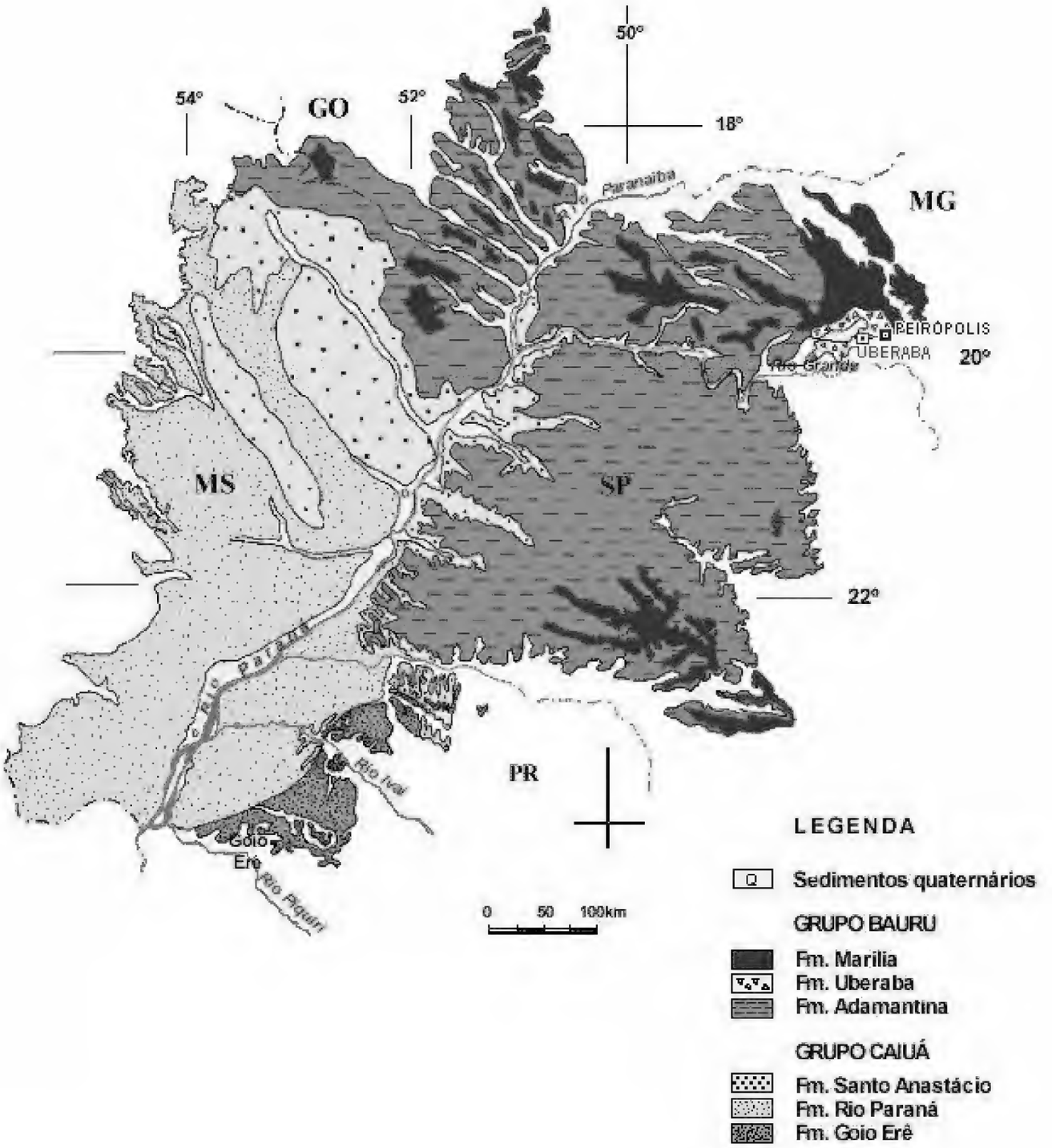


Fig.1- Mapa da Bacia Bauru (adaptado de CARVALHO & BERTINI, 1999), onde é ressaltada a área de estudo.

níveis carbonáticos são de origem freática (ANDREIS, CAPILLA & REIS, 1999).

Os dados apresentados referem-se a análises preliminares dos caracteres morfoestruturais dos espécimes supracitados, coletados durante jornadas de campo realizadas entre 1998 e 1999. Essas análises buscam inicialmente identificar e caracterizar o material, tornando possível seu posicionamento dentro da classificação parataxonômica de ovos existentes. Em uma segunda etapa, buscar-se-á o estabelecimento de possíveis correlações com outras ocorrências descritas na literatura especializada. Devido à extrema raridade desse tipo de ocorrência fossilífera, em especial no Brasil, o estudo desse material naquela região mostra-se particularmente significativo. E, no presente caso, ainda ressaltada pela descoberta do ovo fóssil (CPP457), cuja proveniência exata é conhecida, permitindo realizar outros estudos, de cunho estratigráfico e paleoambiental.

LOCALIZAÇÃO ESTRATIGRÁFICA

As cascas de ovos (CPP411 e CPP456) e o ovo fóssil (CPP457), pertencentes à Coleção do Museu do Dinossauros/Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price (Peirópolis, MG), foram coletados na antiga caieira, situada a nordeste do distrito de Peirópolis, e localizada 20km a leste da cidade de Uberaba, Minas Gerais.

Os fragmentos de cascas encontravam-se distribuídos de forma aleatória em arenitos maciços ou pouco laminados, enquanto que o ovo fossilizado foi retirado de um nível síltico-arenoso. É importante salientar que esse ovo representa a primeira ocorrência brasileira em que se conhece, com exatidão, a proveniência (MAGALHÃES-RIBEIRO & RIBEIRO, 1999).

METODOLOGIA

Para a identificação dos caracteres morfoestruturais, tanto do ovo quanto dos fragmentos de cascas, foram utilizados lupa binocular, microscópio de luz polarizada e microscópio eletrônico de varredura.

Contudo, houve necessidade de remoção de sedimentos arenosos aderidos às cascas, realizada através do uso do ultrassom de banho. Essas técnicas foram escolhidas com base em estudos metodológicos anteriormente realizados (HIRSCH, 1979; HIRSCH & PACKARD, 1997; MAGALHÃES-RIBEIRO, 1997; QUINN, 1994).

DESCRIÇÃO DO MATERIAL

A análise dos caracteres externos, correspondentes aos conjuntos de cascas de ovos de dinossauros, de números CPP411 e CPP456, demonstram que a média de espessura dos fragmentos está compreendida entre 1,4 e 1,5mm. As estruturas nodulares, de formato subpoligonal e com diâmetros variáveis de 0,5 a 0,8mm, caracterizam uma ornamentação compactituberculada, compondo uma superfície externa do tipo esculpida. Alguns nódulos são coalescentes, formando pequenas cristas com cerca de 2mm de comprimento (Fig.2A). Na superfície interna, as bases mamilares apresentam diâmetros de 0,2 a 0,4mm e estão distribuídas em espaçamentos irregulares (Fig.2B).

Entretanto, muitos fragmentos de casca apresentam parte da superfície externa recoberta por arenito com cimentação carbonática, por vezes de difícil remoção, existindo um preenchimento das aberturas dos poros por sedimento, o que dificultou a observação dos padrões de poros, de seu formato e de uma precisa medição dos diâmetros dos mesmos. Foi constatado, ainda, que os nódulos da superfície externa apresentam desgaste, mais acentuado nas estruturas mamilares da superfície interna, devido, provavelmente, ao resultado de transporte em meio aquoso.

Os microcaracteres compreendem unidades de casca no formato de leque, individualizadas, com larguras variáveis entre 0,6 e 0,8mm, possuindo linhas de crescimento arqueadas ao longo de cada unidade. O sistema de poros compõem-se por canais estreitos e retos, definindo o tipo tubocanaliculado, com larguras variáveis de 0,6 a 0,10mm (Fig.2C-D).

O ovo fossilizado de dinossauro está quase completo, e encontra-se bem preservado. Sua casca, esbranquiçada, apresenta uma média de espessura da ordem de 1,5mm, e encontra-se inteiramente fragmentada. Observa-se uma impregnação por manganês preenchendo as rachaduras da casca. Devido à compressão lateral e deformação, o ovo possui um formato elipsoidal e tem como medidas 150mm para o eixo maior e 100mm para o eixo menor. Muitos dos fragmentos de cascas encontram-se aderidos ao arenito médio que preenche o ovo, ou estão imersos no sedimento (Fig.2E-F).

A superfície externa das cascas possui estruturas nodulares isoladas, com diâmetros aproximados de 0,7mm, sendo que grande parte das mesmas

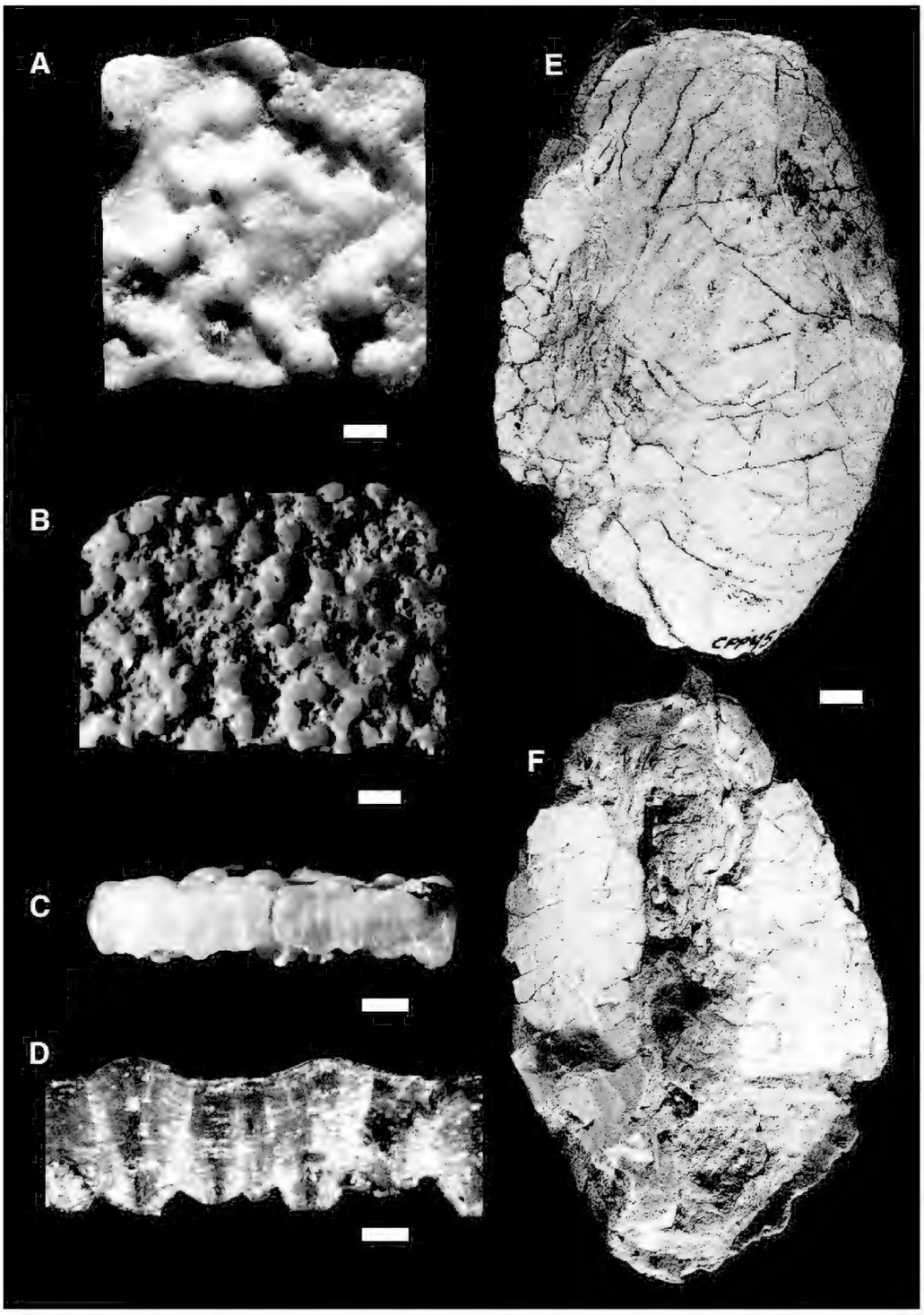


Fig.2- (A) superfície externa de um exemplar do conjunto CPP456, caracterizada por estruturas nodulares isoladas e coalescentes (escala=0,6mm); (B) superfície interna de um exemplar do conjunto CPP411, constituída por estruturas mamilares, evidenciando uma rugosidade incipiente (escala=1mm); (C) vista lateral de casca de um exemplar do conjunto CPP456 (escala=1mm); (D) seção delgada de um exemplar do conjunto CPP411, onde podem ser observadas as unidades de casca em formato de leque e as linhas de crescimento arqueadas (escala=0,2mm); (E) vista geral de ovo fossilizado de dinossauro, CPP457, quase completo (escala=1,5cm); (F) parte do ovo fóssil, onde os fragmentos da casca encontram-se aderidos ao sedimento que o preenche (escala=1,5cm).

coalescem em cristas irregulares. As aberturas dos poros possuem formato subcircular. A superfície interna, constituída pelas mamilas com diâmetros entre 0,2 e 0,4mm, apresentam uma rugosidade incipiente.

A microestrutura é composta por unidades de casca em formato de leque, individualizadas, de larguras em torno de 0,7mm e com linhas de crescimento em arco. Entre as unidades, há a presença de um sistema de poros do tipo tubocanaliculado, composto por canais estreitos e alongados, de diâmetros entre 0,10 e 0,12mm.

CONCLUSÃO

A análise prévia das cascas do ovo e dos outros fragmentos de cascas estudados permitiu, a partir da utilização da "Parataxonomia de ovos fósseis (Veterovata)" (MIKHAILOV *et al.*, 1996), classificá-los como pertencentes ao tipo básico dinossauróide-esferulítico, com morfotipo discretiesferulítico (tuboesferulítico) e sistema de poros tubocanaliculado. Esses exemplares são aqui atribuídos à oofamília Megaloolithidae e, com base na literatura pertinente, pudemos verificar que os mesmos seriam morfologicamente similares a cascas de ovos de dinossauros encontradas em estratos de algumas sucessões sedimentares cretácicas da Argentina, Espanha, França, Índia e Romênia. Cascas de ovos de dinossauros referentes ao morfotipo estrutural discretiesferulítico (tuboesferulítico), relacionadas a oofamília Megaloolithidae, foram descritas principalmente em recentes trabalhos de CALVO *et al* (1997), CHIAPPE *et al.* (1998), GRIGORESCU *et al.* (1994), MOHABEY (1996), SAHNI *et al.* (1994), VIANEY-LIAUD & LOPEZ-MARTINEZ (1997), VIANEY-LIAUD *et al.* (1994).

AGRADECIMENTOS

Aos professores Dr. Renato Rodolfo Andreis (IGEO/UFRJ) e Francisco José Corrêa Martins (EsPCEx/SP), ao Sr. Luiz Carlos Borges Ribeiro, Diretor do Centro de Pesquisas Paleontológicas Llewellyn Ivor Price (CPPLIP), Peirópolis, Minas Gerais, e às equipes de escavação e preparação do CPPLIP, pelo auxílio e infra-estrutura recebidos durante a realização dos trabalhos de campo.

Este estudo contou com o apoio financeiro e a infra-estrutura do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Fundação Cultural de Uberaba e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREIS, R.R.; CAPILLA, R. & REIS, C.C. 1999 – Considerações estratigráficas e composição dos arenitos da Formação Marília (Cretáceo Superior) na região de Uberaba (MG). In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5., Serra Negra. **Resumos...**, Serra Negra: UNESP/Rio Claro, p.449-455.

CALVO, J.O.; ENGELLAND, S.; HEREDIA, S.E. & SALGADO, L., 1997 – First record of dinosaur eggshells (?Sauropoda – Megaloolithidae) from Neuquén, Patagônia, Argentina. **Gaia**, Lisboa, **14**:23-32.

CHIAPPE, L.M.; CORIA, R.A.; DINGUS, L.; JACKSON, F.; CHINSAMY, A. & FOX, M., 1998 – Sauropod dinosaur embryos from the Late Cretaceous of Patagonia. **Nature**, London, **396**:258-261.

GRIGORESCU, D.; WEISHAMPEL, D.; NORMAN, D.; SECLAMEN, M.; RUSU, M.; BALTRES, A. & TEODORESCU, V., 1994 – Late Maastrichtian dinosaur eggs from the Hateg Basin (Romania). In: CARPENTER, K.; HIRSCH, K.F. & HORNER, J.R. (Eds.) **Dinosaur Eggs and Babies**. New York: Cambridge University Press. p.75-87.

MAGALHÃES-RIBEIRO, C.M., 1997 – **Descrição de caracteres morfológicos e estudo composicional de cascas de ovos de dinossauros da Formação Allen (Cretáceo Superior), do Bajo de Santa Rosa, província de Rio Negro (Argentina)**. Rio de Janeiro. 222p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MAGALHÃES-RIBEIRO, C.M. & RIBEIRO, L.C.B., 1999 – Um ovo de dinossauro em sucessões fluviais da Formação Marília (Cretáceo Superior), em Peirópolis (Uberaba, Minas Gerais). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6., São Pedro. **Resumos...**, São Pedro: UNESP/Rio Claro, p.76.

MIKHAILOV, K.E.; BRAY, E.S. & HIRSCH, K.F., 1996 – Parataxonomy of fossil egg remains (Veterovata): Principles and aplications. **Journal of Vertebrate Paleontology**, New York, **16**(4):763-769.

MOHABEY, D.M., 1996 – A new oospecies *Megaloolithus matleyi* from the Lameta Formation (Upper Cretaceous) of Chandrapur district, Maharashtra, India, and general remarks on the palaeoenvironment and nesting behaviour of dinosaurs. **Cretaceous Research**, London, **17**:183-196.

PRICE, L.I., 1951 – Um ovo de dinossáurio na Formação Bauru, do cretácico do Estado de Minas Gerais. **Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, **53**:1-9.

SAHNI, A.; TANDON, S.K.; JOLLY, A.; BAJPAI, S.; SOOD, A. & SRINIVASAN, S., 1994 – Upper Cretaceous dinosaur eggs and nesting sites from the Deccan volcano-sedimentary province of peninsular India. In:

CARPENTER, K.; HIRSCH, K.F. & HORNER, J.R. (Eds.) **Dinosaur Eggs and Babies**. New York: Cambridge University Press. p.204-226.

VIANEY-LIAUD, M. & LOPEZ-MARTINEZ, N., 1997 – Late Cretaceous dinosaur eggshells from the Tremp Basin, southern Pyrenees, Lleida, Spain. **Journal of Paleontology**, Lawrence, **71**(6):1157-1171.

VIANEY-LIAUD, M.; MALLAN, P.; BUSCAIL, O. & MONTGELARD, C., 1994 – Review of French dinosaur eggshells: Morphology, structure, mineral, and organic composition. In: CARPENTER, K.; HIRSCH, K.F. & HORNER, J.R. (Eds.) **Dinosaur Eggs and Babies**. New York: Cambridge University Press. p.151-183.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.229-234, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

COLEÇÃO DE PALEOVERTEBRADOS DO DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E PALEONTOLOGIA DO MUSEU NACIONAL UMA NOVA ESTRUTURAÇÃO [1]

(Com 3 figuras)

DEISE DIAS RÊGO HENRIQUES [2][3]
LUCIANA MACEDO DA PAZ [2][4][5]
EDMILSON BATISTA DE ALMEIDA [2][4][6]
VERÔNICA DA SILVA CISCOTO [2]
DOMENICA DINIZ DOS SANTOS [2][7]
DIOGO JORGE DE MELO [2][8]

RESUMO: A Coleção de Paleovertebrados do Museu Nacional/UFRJ abriga hoje em seu acervo cerca de 6.100 peças, dentre as quais vários exemplares-tipo, além de importantes coleções, como "Cope", "Rocha" e "Desirée". Para abrigar esse acervo, que teve início na década de 30, foram necessárias estratégias de reestruturação, no sentido de modernizar não só a disposição e o armazenamento do acervo em questão, como a área de laboratório de preparação de fósseis. Foram adquiridos um armário de aço (fixo) e dois armários deslizantes (compactadores), para os quais foram transferidos a quase totalidade dos exemplares. Com isso foi possível ordenar a Coleção pela sistemática dos grupos.

Palavras-chave: Museu Nacional/UFRJ, Paleovertebrados, Coleção.

ABSTRACT: The Paleovertebrate Collection from the Geology and Paleontology Department from the Museu Nacional/UFRJ – a new structure.

The Paleovertebrate Collection of the Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro houses approximately 6.100 specimens, including several type-material, besides important collections, as "Cope", "Rocha" and "Desirée". To preserve this collection, that began to be formed in the 30`s, some new strategies were developed to modernize the storage of the specimens and also the preparation area. Three steel closets (a fixed one and two movable archives) were acquired to where the majority of the fossils were transferred. This new arrangement allowed a systematic order of the collection.

Key words: Museu Nacional/UFRJ, Paleovertebrates, Collection.

INTRODUÇÃO

O Museu Nacional, unidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro, é uma das instituições científicas brasileiras de maior renome, abrigando coleções sobre as mais diversificadas áreas das Ciências Naturais e Antropológicas, dentre elas a Coleção de Paleovertebrados. Esta se consagrou como uma das mais importantes coleções paleontológicas do Brasil em função de seu acervo que, até recentemente, destacou-se pelos espécimens da paleomastofauna brasileira e hoje intensifica seu conteúdo paleoherpetológico. No decorrer de sua história, incorporou importantes coleções, como "Cope", "Rocha" e "Desirée".

A Coleção Cope é composta por exemplares coletados principalmente nos estados de Sergipe, Pernambuco e Bahia durante o século XIX. Em 1882, o material foi enviado para estudo ao paleontólogo americano Edward Drinker Cope, sendo no início do século seguinte estudado ainda por Arthur Smith Woodward. Em meados dos anos 40, os fósseis retornaram ao Brasil onde, por não estarem formalmente registrados, receberam o nome informal de "Coleção Cope". Sua integração à Coleção de Paleovertebrados do Museu Nacional se deu nos anos de 1992 e 1993. Tem sua importância reconhecida principalmente por seu acervo

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
[3] E-mail: deiseh@acd.ufrj.br.
[4] Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
[5] E-mail: lmpaz@acd.ufrj.br.
[6] E-mail: emissinho@bol.com.br.
[7] E-mail: d.santos@mn.ufrj.br.
[8] E-mail: diogojmelo@bol.com.br.

paleoictiológico, embora contenha ainda alguns exemplares de grupos de répteis (SILVA, 1993).

A exemplo dessa, a Coleção Rocha também se encontra, atualmente, incorporada à Coleção de Paleovertebrados do Museu Nacional e se destaca pelo acervo paleoictiológico. É exclusivamente composta de peixes provenientes da Bacia do Araripe, em especial dos estados do Ceará e Piauí. Esta coleção foi doada para o Museu Nacional pelo Senhor Francisco Dias da Rocha; a instituição a organizou e preservou até então. Um dos trabalhos mais significativos referentes a esta coleção é o de JORDAN (1923), no qual criou a espécie *Tharrhias rochae* Jordan, 1923, em homenagem ao senhor Francisco.

A Coleção Desirée abriga, sobretudo, fósseis provenientes da Bacia do Araripe, mais propriamente da Formação Santana. A mesma foi organizada por Rainer Alexander von Blittersdorff, que a nomeou em homenagem a sua filha (KELLNER, 1987). Esta coleção tem sua importância reconhecida por comportar um número representativo de holótipos, além de abrigar uma considerável diversidade da paleofauna e paleoflora da Formação Santana. Com a morte do senhor Rainer, seus herdeiros procederam à doação da coleção para o Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional/UFRJ; no momento, ela se encontra em processo de incorporação.

Neste trabalho são consideradas duas fases de evolução da Coleção de Paleovertebrados do Museu Nacional. É também divulgada a nova metodologia de trabalho adotada pela equipe do Setor de Paleovertebrados/MN, que proporciona uma reestruturação do espaço físico e do acervo da referida coleção.

PRIMEIRA FASE

Teve início no final da década de 30, com as coletas do Professor Ney Vidal, e se estendeu até a década de 80; resultou no enriquecimento do conhecimento da fauna pleistocênica brasileira. Ainda no final da década de 40, o Professor Carlos de Paula Couto enriqueceu a referida coleção com exemplares dos diversos grupos faunísticos através de trabalhos de coleta e intercâmbio com museus estrangeiros. Mais uma vez o enfoque principal foi dado aos mamíferos fósseis, avançando em muito as pesquisas sobre aqueles de idade paleocênica. Suas contribuições se deram até a década de 80, sendo o trabalho de PAULA-COUTO (1979) a maior delas. Junto ao Professor Paula Couto, atuou o Professor Fausto Luiz de Souza Cunha, também paleomastozoólogo, que deu continuidade aos trabalhos de campo, dedicando-se principalmente ao estudo dos fósseis pleistocênicos, até o final da década de 80.

As principais áreas de coleta desses pesquisadores se concentraram basicamente no Ceará, Paraíba e Pernambuco (Região Nordeste), Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais (Região Sudeste) e Rio Grande do Sul (Região Sul). Os demais estados brasileiros foram também áreas de atuação de pesquisa, em menor proporção. O material coletado, em sua maioria, foi incluído na coleção. O procedimento normal de inclusão no acervo seguia as etapas de preparação, identificação, catalogação – tanto em Livro Tombo quanto em fichas catalográficas – e armazenamento. Dois grandes problemas surgiram em função do processo curatorial existente. O primeiro relacionava-se à forma de catalogação adotada, em verdade a única opção existente na época. O uso contínuo do livro tombo, que ficou extremamente frágil e com folhas quebradiças, tornou o trabalho suscetível a perdas, colocando em risco as informações do acervo. O outro problema referia-se à forma de armazenamento das peças, feito em armários de madeira, obedecendo a ordem numérica de tombamento. A opção de organização por ordem numérica se deu, principalmente, pela falta de espaço físico de crescimento, necessário para uma organização sistemática. Com o passar dos anos, e aliado aos poucos recursos financeiros recebidos, os armários sofreram um processo de deterioração que começou a afetar não só os exemplares neles acondicionados, como também as etiquetas de identificação.

SEGUNDA FASE

Teve início na década de 90, sendo concomitante com o início da atuação do Professor Sergio Alex Kugland de Azevedo no Setor de Paleovertebrados, sendo os trabalhos de campo e as pesquisas no setor dirigidas para o estudo dos répteis.

Com a colaboração dos estagiários, deu-se início à reorganização e à informatização do acervo, para a qual optou-se pelo Sistema de Gerenciamento de Coleções (SGC), desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ) (HENRIQUES *et al.*, 2000a). O SGC é utilizado em microcomputadores compatíveis com o IBM-PC sob o sistema operacional MS-DOS (versão 3.3 ou posteriores). Tem como objetivo gerenciar as coleções

científicas e criar condições para que sejam utilizadas em todo o seu potencial. Com ele é possível elaborar um Livro Tombo que, se danificado, seja facilmente recuperado. Permite a inclusão, exclusão, recuperação de dados e elaboração de relatórios de buscas livres. Estes fornecem dados para as atividades de curadoria, além do total controle de empréstimo realizado ou solicitado. Auxilia também no trabalho de pesquisa, permitindo, por exemplo, uma visualização imediata de áreas geográficas onde as informações sejam deficientes, definindo locais de futuras coletas.

A utilização do SGC não só facilitou o acesso aos dados, como também dinamizou a busca de informações por cientistas que procuram a instituição; além de possibilitar o acesso pelo sistema de rede interna do Museu Nacional.

No final da década de 90, com a chegada do Professor Alexander Wilhelm Armin Kellner, também especialista em répteis, ampliou-se o número de trabalhos de campo realizados, principalmente na região da Chapada do Araripe, nordeste do Brasil.

Cumprindo o objetivo de ampliar e diversificar a coleção, novas necessidades surgiram, sendo a principal delas relacionada ao aumento do espaço físico disponível para armazenamento do material. A maior parte dos armários de madeira, seriamente afetados por cupins, foi substituída por armários de aço, sendo um conjunto fixo e dois com sistema de compactadores (Figs.1-3). Tal aquisição permitiu um ganho de espaço de aproximadamente 30% da área total para coleções. Além disso, permitiu a reorganização do acervo por ordenação sistemática e não numérica, como anteriormente feita. No processo atual, os exemplares recebem um número de entrada, seqüencial, e são armazenados por ordem sistemática, seguindo o modelo adotado pelas principais instituições científicas.

Nessa nova estruturação, o investimento na qualidade de preparação dos fósseis teve também um papel importante. O laboratório encontra-se melhor equipado, podendo aplicar novas técnicas de preparação mecânica e com ácido. Houve, ainda, um avanço na confecção de réplicas e de reconstituições para montagem de exposições e intercâmbios institucionais.

A rotina de inclusão de material na coleção segue

Fig.1- Vista do conjunto de armários de aço fixos, onde está armazenado todo o material referente ao gênero *Eremotherium*, e de um dos módulos do compactador, onde foi organizado o restante do acervo de edentados fósseis.

Fig.2- O armário fixo abriga além do material do gênero *Eremotherium* (A), todo o acervo proveniente da Bacia de São José de Itaboraí (B), com exceção do material-tipo, armazenado em armário próprio.

Fig.3- Dois módulos dos armários compactadores, que permitiram um avanço não só na organização como no manuseio da Coleção de Paleovertebrados.

o lastreamento, a catalogação, a informatização e o armazenamento do acervo. Esse conta atualmente com cerca de 6.100 registros, correspondendo a aproximadamente 10.000 exemplares catalogados, entre eles vários exemplares-tipo, abrangendo 72 espécies nominais (HENRIQUES *et. al.*, 2000b).

Há, ainda, necessidade de expansão da área de armazenamento da coleção, como também de aquisição de novos armários deslizantes. Para isso, a equipe do Setor de Paleovertebrados continua desenvolvendo projetos de pesquisas e atuando intensamente nos trabalhos curatoriais.

AGRADECIMENTOS

Aos Professores Sergio Alex K. Azevedo e Alexander W.A.Kellner, Museu Nacional - Rio de Janeiro (MNRJ), pelas valiosas sugestões para o desenvolvimento do trabalho curatorial; aos

estagiários do Setor de Paleovertebrados (MNRJ), que contribuíram para que a nova organização fosse possível; ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HENRIQUES, D.D.R.; ALVARENGA, L.C.F.; PAZ, L.M. & AZEVEDO, S.A.K., 2000a – Reorganização e Informatização da Coleção de Paleovertebrados do DGP/Museu Nacional/UFRJ. In: WORKSHOP SOBRE POLÍTICA DE INFORMATIZAÇÃO DE ACERVOS DO MUSEU NACIONAL, 1., Rio de Janeiro. **Documentos...**, Museu Nacional, p.8.

HENRIQUES, D.D.R.; AZEVEDO, S.A.K.; CARVALHO, L.B.; CARVALHO, A.B. & GALLO, V., 2000b – Catálogo de fósseis-tipo da Coleção de Paleovertebrados do Museu Nacional – Rio de Janeiro. **Publicações Avulsas do Museu Nacional**, Rio de Janeiro (81):1-25.

JORDAN, D.S., 1923 – Peixes cretaceos do Ceará e Piauhy. **Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil**, Rio de Janeiro, Mono **3**:1-101.

KELLNER, A.W.A., 1987 – Ocorrência de um novo crocodiliano no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **59**(3):219-232.

PAULA-COUTO, C., 1979 – **Tratado de Paleomastozoologia**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 590p., il.

SILVA, V.G., 1993 – **A "Coleção Cope" no Museu Nacional/UFRJ: Vertebrados fósseis da Bahia, Sergipe e Pernambuco (Brasil), e sua correlação estratigráfica.** Rio de Janeiro. 173p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.235-240, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

A COLEÇÃO DE PTEROSSAUROS DO MUSEU DE PALEONTOLOGIA DE SANTANA DO CARIRI, NORDESTE DO BRASIL [1]

PLÁCIDO C. NUVENS [2]
JULIANA M. SAYÃO [3]
HELDER DE P. SILVA [3]
ÁLAMO A. SARAIVA [2]
ALEXANDER W. A. KELLNER [3][4]

RESUMO: Desde 1985, data de sua fundação, o Museu de Paleontologia de Santana do Cariri (MPSC) vem armazenando material fóssil proveniente da Bacia do Araripe, incluindo exemplares de pterossauros. Em 1998, passou por uma ampliação, contando com uma nova sala de exposição (com dois andares), que permitiu a armazenagem de maior quantidade de fósseis, aumentando sua coleção.

A coleção de pterossauros do museu compreende 37 espécimens, alguns pertencentes a dois clados, Anhangueridae e Tapejaridae, provenientes dos membros Crato e Romualdo (Formação Santana). Oito espécimens provêm do Membro Crato, dentre os quais destacam-se: MPSC R-739, MPSC R-771, MPSC R-779, MPSC R-868 e MPSC R-932. Vinte e nove espécimens provenientes do Membro Romualdo estão depositados na coleção – desses, os mais importantes são MPSC R-713, MPSC R-860 e MPSC R-867. O material MPSC R-739 apresenta parte de uma asa esquerda em vista ventral, contendo úmero, rádio, ulna, carpal lateral, metacarpo alar (McIV), primeira falange do terceiro dígito (F1D3) com ungueal, primeira, segunda e terceira falanges do quanto dígito (F1D4, F2D4 e F3D4, respectivamente) e osso pteróide. Dentre todos os exemplares pós-cranianos, MPSC R-868 é o mais completo, apresentando ambos os membros anteriores e posteriores, com rádio direito, ulna e F4D4, direitos e esquerdos, F1D4, F3D4, fêmur, tíbia e pé. O exemplar mais importante é composto por fragmentos de membros anteriores e posteriores, com preservação de tecido mole, provavelmente parte do patágio. Com a exposição de sua coleção de fósseis, incluindo pterossauros, o MPSC aproxima a população do Cariri da Ciência e ensina a importância dos recursos fossilíferos da Formação Santana.

Palavras-chave: Pterosauria, Cretáceo, Santana do Cariri, Brasil.

ABSTRACT: Pterosaur collection from the Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, Northeastern, Brazil.

Since 1985, date of its creation, the Museu de Paleontologia de Santana do Cariri (MPSC) is storing fossil material from the Araripe region, including pterosaurs. After 1998, a renewal was carried out and increased its exhibition room (with two floors) providing the necessary space to the expansion of the collections.

The MSPC pterosaur collection comprises thirty-seven specimens from the Crato and Romualdo members (Santana Formation), some belonging to the Anhangueridae and Tapejaridae clades. Eight specimens are from the Crato Member; the most important of which are MPSC R-739, MPSC R-771, MPSC R-779, MPSC R-868 and MPSC R-932. Twenty-nine specimens are from the Romualdo Member; the most important ones are MPSC R-713, MPSC R-860 and MPSC R-867. MPSC R-739 presents a partial articulated left wing in ventral view with humerus, radio, ulna, lateral carpal, wing metacarpal (McIV), first phalanx of third digit (F1D3) plus ungeal, first, second and third phalanxes of fourth digit (F1D4, F2D4, F3D4) and pteroid bone. MPSC R-868 is composed of fragments of the anterior and posterior members with right radio, ulna and F4D4, right and left McIV, F1D4, F3D4, femur, tibia and pes. MPSC R-932, comprising fragments of posterior and anterior members, represents the most important specimen of the collection, due to the preservation of soft tissue, probably part of the patagium. By displaying the fossil collection, including pterosaurs, the MPSC brings the people of the Cariri region closer to Science and teaches the importance of the paleontological resources from the Santana Formation.

Key words: Pterosauria, Cretaceous, Santana do Cariri, Brazil.

---

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Universidade Regional do Cariri. Cel. Antonio Luís, 1161, 63100-000 Crato, CE, Brasil.
E-mail: placido@urca.br, alamo@urca.br.
[3] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
E-mail: helder@acd.ufrj.br; jsayao@mn.ufrj.br.
[4] Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
Pesquisador Associado American Museum of Natural History, New York.
E-mail: kellner@mn.ufrj.br.

INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe está localizada entre os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, no nordeste do Brasil. Sua unidade litoestratigráfica mais famosa é a Formação Santana, que é subdividida em três membros: Crato, Ipubi e Romualdo (BEURLEN, 1971), com idade variando entre Aptiano e Albiano (PONS, BERTHOU & CAMPOS, 1990).

Na base da seqüência encontra-se o Membro Crato, composto por calcário laminado. Em seguida encontra-se o Membro Ipubi, composto essencialmente por gipsita intercalada por folhelho. O Membro Romualdo, localizado no topo da seqüência, é composto por margas e concreções calcárias, com ocorrências ocasionais de níveis de arenito (PONTE & PONTE FILHO, 1996). Do ponto de vista paleontológico, a Formação Santana engloba dois diferentes depósitos (*Lagerstätten*), correspondentes aos membros Crato e Romualdo, que diferem no tipo de fossilização e no ambiente de deposição (*e.g.* KELLNER, 1998). Em termos de diversidade, a bacia apresenta diversas formas de animais (vertebrados e invertebrados) e vegetais (MAISEY, 1991). Entre os principais vertebrados estão os pterossauros, que constituem o grupo de répteis fósseis mais diverso e melhor representado na bacia e no próprio país (KELLNER, 1998).

Apesar da localização exata de onde procedem os exemplares referidos no presente trabalho não ser conhecida, sua posição dentro da seqüência estratigráfica pode ser estabelecida com base na litologia em que estão preservados. Os espécimens de pterossauros provenientes do Membro Romualdo foram, em sua maioria, geralmente coletados nas proximidades da cidade de Santana do Cariri, numa localidade chamada Cancão e nas minas de extração de Gesso (ex. Mina Pedra Branca). O material do Membro Crato provém das proximidades da cidade de Nova Olinda, onde existem diversas minas de extração de calcário laminado. Com o aumento gradativo da exploração desse material calcário para a confecção de pisos e fachadas, acredita-se que no futuro um número maior de espécimens será encontrado.

O Museu de Paleontologia de Santana do Cariri (MPSC) exerce hoje as funções de centro propulsor da divulgação científica na região e de apoio ao intercâmbio cultural, técnico e científico. Conta com uma biblioteca especializada, atualmente em expansão, sala de vídeo e um pequeno auditório. É utilizado, ainda, como apoio logístico para pesquisadores de outras universidades e instituições de pesquisa. Ademais trata-se de um marco turístico, colocando a cidade de Santana do Cariri no circuito turístico nordestino como referência ecológica e científica. O MPSC já foi visitado por cerca de 15 mil pessoas de 15 países, 25 estados brasileiros e 68 municípios cearenses. Dezenas de pesquisadores de renome, de diversos estados brasileiros, vêm contribuindo para seu fortalecimento institucional.

Neste trabalho é apresentado um breve histórico da coleção de pterossauros do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri e o levantamento dos espécimens nela depositados; a coleção continua em plena expansão. Muitos exemplares encontram-se em preparação, que vem sendo realizada por estudantes da URCA nas dependências do MPSC, sob a orientação dos profissionais do Museu Nacional/UFRJ.

HISTÓRICO

O Museu de Paleontologia de Santana do Cariri foi fundado em 1985, com o objetivo de armazenar os fósseis provenientes da Bacia do Araripe próximos a seu local de origem. Sua criação nasceu no âmbito da programação das festividades do Centenário do Município de Santana do Cariri – Lei 197/85. Mediante contrato de comodato – Lei 263/88, o Museu foi dotado à Universidade Regional do Cariri.

A Universidade ampliou o número de equipamentos, concedendo bolsas a estagiários e estreitando relações com o referido museu, abrindo um horizonte mais amplo para o encaminhamento científico do acervo, a consolidação da biblioteca e o intercâmbio com cientistas de outras instituições. Neste período o museu recebeu a doação do Dr. Herbert Axelrod de uma área destinada à pesquisa, onde hoje está localizada a "Pterolândia", um parque temático com duas réplicas de répteis fósseis - o pterossauro *Anhanguera blittersdorffi* Campos & Kellner, 1985 e o dinossauro terópode *Angaturama limai* Kellner & Campos, 1996. Essas réplicas foram confeccionadas pela equipe de Renato Lage (Rio de Janeiro), sob consultoria dos autores das espécies.

Em 1998 o museu foi ampliado, ganhando uma nova ala de dois andares com área de exposição permanente. Nessa nova estrutura foi implementado um laboratório de preparação de fósseis, contando com um sofisticado equipamento, importado da Alemanha através da Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do

Ceará e recursos da Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP). Com o aumento geral da coleção, o número de exemplares de pterossauros também cresceu, constituindo atualmente uma das melhores coleções de pterossauros do Membro Crato.

O museu conta com um acervo de milhares de peças, incluindo peixes, pterossauros, tartarugas, anuros, lagartos, além de insetos, moluscos e troncos carbonatados e silicificados.

A COLEÇÃO DE PTEROSSAUROS

A coleção de pterossauros do MPSC compreende 37 exemplares (Quadro 1), pertencentes aos membros Crato e Romualdo. Podem ser identificados representantes de dois diferentes clados, Anhangueridae e Tapejaridae, sendo que uma grande parte do material ainda tem que ser preparado para que uma identificação precisa possa ser feita. Oito espécimens são provenientes do Membro Crato, sendo os exemplares mais importantes MPSC R-739, MPSC R-771, MPSC R-779, MPSC R-868 e MPSC R-932, brevemente descritos a seguir.

MPSC R-739: O material está representado por partes de uma asa esquerda em vista ventral, parcialmente articulada. Estão preservados a região distal do úmero (104,60mm), rádio (211,77mm), parte proximal da ulna, carpais laterais, metacarpo alar (McIV - 148,92mm), primeira falange do terceiro dígito com ungueal (F1D3 - 28,60mm; 12,09mm, respectivamente), primeira falange do dígito alar (F1D4 - 324,41mm), segunda falange alar (F2D4 - 277,61mm), terceira falange alar (F3D4 – 214mm) e osso pteróide (118,30mm). Entre todos os ossos, o que apresenta melhor estado de preservação é o metacarpo alar, que se encontra distalmente articulado com a F1D4. Observa-se na região distal do McIV fragmentos dos outros três metacarpais. O material pertence ao grupo dos Tapejaridae, já que a F1D4 possui mais que o dobro do comprimento do McIV, característica do referido grupo (KELLNER, 1996a).

MPSC R-771: Este material encontra-se em processo de preparação e apresenta grande potencial para pesquisas futuras. Grande parte dos ossos encontra-se recoberto por sedimento, garantindo a fidelidade do espécime. Apesar de não exibir todos os ossos, é possível a identificação de elementos de membros anteriores e posteriores. Encontram-se articulados o fêmur esquerdo (185,97mm), a tíbia (266,67mm) e o pé. No membro anterior verifica-se ainda prováveis F2D4, F3D4 (137,77mm), carpais indeterminados, F1D4, Mc IV, rádio e ulna. Trata-se de um exemplar bastante completo, em que pode-se observar diversos outros ossos ainda não identificados.

MPSC R-779: O espécime corresponde a uma asa esquerda, incompleta, parcialmente articulada, em vista ventral. Os ossos apresentam-se comprimidos dorso-ventralmente, com coloração bastante escura. Sobre alguns ossos observa-se uma cobertura ocre, indicando alto teor de ferro no material. Encontram-se preservados úmero (100,45mm), parte distal do rádio (116,20mm) e ulna (159,79mm), dois carpais (proximal e distal) não fusionados, McIV (112,87mm), fragmentos de ossos bastante finos, possivelmente pertencentes aos outros metacarpais, um dígito indeterminado (contendo uma falange com ungueal), uma ungueal não articulada (10,71mm), F1D4 (231,37mm) e um osso pteróide (90mm). Estão preservados dois carpais, não fusionados, dos quatro que podem estar presentes neste tipo de animal (KELLNER & TOMIDA, 2000). O processo extensor da F1D4 não se apresenta fusionado. Na região proximal da ulna observou-se a formação de epífise não fusionada. Estas características indicam se tratar de um animal juvenil ou sub-adulto.

MPSC R-868: Trata-se de um esqueleto parcial contendo elementos dos membros anteriores direito e esquerdo e ambos os membros posteriores. Estão preservados rádio, ulna, carpais, parte proximal do McIV, F1D4, F3D4 e F4D4 direitos. Do lado esquerdo estão preservados a parte distal do McIV, F1D4, F2D4 e F3D4. Ambos os membros posteriores estão representados por fêmur, tíbia e pé.

MPSC R-932: O espécime corresponde ao mais importante material de pterossauros depositado no museu. É composto por fragmentos dos membros anteriores e posteriores. Estão preservados ambos os membros posteriores com fêmur, tíbia e pé. Um membro anterior pode ser observado através de partes das falanges. O material apresenta preservação de tecido mole sobre a parte distal do fêmur e proximal da tíbia. Acredita-se que durante o processo de fossilização uma parte da membrana alar teria recoberto o membro posterior. O tecido mole está representado por linhas paralelas, dispostas diagonalmente ao fêmur e a tíbia. Essas estruturas foram atribuídas a fibras estruturais presentes no interior da membrana alar (WELLNHOFER, 1987; WILD, 1993; PADIAN &

QUADRO 1

Pterossauros depositados na coleção do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri

N°	Procedência	Material
MPSC R-329	●	Elemento isolado indet.
MPSC R-330	●	Parte proximal do úmero esquerdo, fragmentos de outros ossos indet.
MPSC R-331	●	Fragmentos de duas falanges indet.
MPSC R-332	●	Vértebra bastante danificada
MPSC R-335	●	Fragmento do esterno, úmero, escápula-coracóide (fusionados).
MPSC R-336	●	Esterno
MPSC R-339	●	Fragmento indet.
MPSC R-340	●	Fragmento de falanges (3 falanges do dígito alar), possivelmente parte distal das F2D4 e F3D4 e proximal da F4D4
MPSC R-341	●	Parte distal de falange do dígito alar, articulada com a proximal (pertencentes ao mesmo indivíduo)
MPSC R-343	●	Rádio, ulna e fragmentos de falanges indet
MPSC R-344	●	Parte proximal do úmero esquerdo, fragmentos dos ramos mandibulares e articulação da ulna (ossos possivelmente pertencente a indivíduos diferentes)
MPSC R-347	●	Úmero esquerdo com a parte distal quebrada
MPSC R-348	●	Parte mesodistal de uma falange indeterminada do quarto dígito
MPSC R-349	●	Duas falanges do quarto dígito
MPSC R-713	●	Escápula-coracóide (fusionados), úmero tíbia e parte do pé. Diversos ossos longos, possivelmente pertencentes ao mesmo indivíduo
MPSC R-739	○	Asa esquerda incompleta.
MPSC R-771	○	Restos de membros anteriores e membro posteriores (em preparação).
MPSC R-779	○	Asa esquerda incompleta.
MPSC R-858	●	Parte posterior do crânio com dentes
MPSC R-859	●	Fragmento de mandíbula e parte da região palatal, possivelmente pertencentes a indivíduos diferentes
MPSC R-860	●	Crânio (com dentes), desde a parte posterior até após a fenestra nasoantorbital, mandíbula articulada
MPSC R-861	●	Ossos associados, incluindo parte de um crânio com dentes e uma crista baixa
MPSC R-862	●	Vértebras sacrais, bacia, fragmentos de costelas, rádio e ulna e diversos fragmentos associados
MPSC R-865	●	Falange indet. do quarto dígito
MPSC R-866	●	Osso alongado, falange indet. com a extremidade distal fragmentada. Possivelmente parte de duas falanges diferentes emendadas
MPSC R-867	●	Fragmento do crânio com dentes, apresenta crista e mandíbula. Exibe estrutura interna bem marcada. Anhangueridae indet.
MPSC R-868	○	Esqueleto parcial, contendo ossos pertencentes a ambos os membros anteriores e posteriores
MPSC R-869	○	Úmero esquerdo
MPSC R-870	●	Osso muito longo, falange indet. do quarto dígito com as extremidades quebradas
MPSC R-871	●	Úmero
MPSC R-872	●	Diversos ossos isolados emendados, possivelmente de indivíduos diferentes
MPSC R-931	○	Parte posterior do crânio
MPSC R-932	○	Fragmentos do crânio e de ossos pós-cranianos
MPSC R-933	●	Parte proximal do úmero esquerdo
MPSC R-934	●	Úmero esquerdo, rádio, ulna, escápula-coracóide (fusionados), tíbia e pés.
MPSC R-935	●	Fragmento de osso indeterminado

(○) Membro Crato, (●) Membro Romualdo.

RAINER, 1993 e SAYÃO & KELLNER, 1998). Fibras estruturais pertencentes à membrana alar de pterossauros já foram observadas anteriormente em material proveniente do Membro Romualdo (CAMPOS, LIGABUE & TAQUET, 1984; KELLNER, 1993 e KELLNER & CAMPOS, 1998) e em um espécime do Membro Crato (SAYÃO & KELLNER, 1998). Além desses, fibras estruturais foram observadas em pterossauros do Triássico (WILD, 1993) e Jurássico da Europa (*e.g.* PADIAN & RAINER, 1993 e WELLNHOFER, 1987) e são tidas como feições primitivas para este grupo de répteis alados (KELLNER, 1996b).

CONCLUSÃO

O Museu de Paleontologia de Santana do Cariri (MPSC) possui uma expressiva coleção de pterossauros da Bacia do Araripe, a referida coleção se encontra em expansão. A preparação de todo o material, ainda em andamento, possibilitará um melhor conhecimento da anatomia e da diversidade dos pterossauros brasileiros, bem como de sua sistemática, e poderá apresentar a identificação de novos táxons. Entre os exemplares, o principal é MPSC R-932, devido à presença de tecido mole. Essa forma de preservação constitui um fenômeno muito raro, em particular quando se trata de vertebrados fósseis. Essa ocorrência no Membro Crato mostra o potencial do depósito para este tipo de material, como já foi observado anteriormente para o Membro Romualdo (*e.g.* KELLNER & CAMPOS, 1998).

AGRADECIMENTOS

A todos os pesquisadores que vêm atuando para o desenvolvimento do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri; a Diógenes de Almeida Campos (Museu de Ciências da Terra/DNPM), pelo apoio à pesquisa em répteis fósseis; aos alunos do curso de preparação de fósseis, Montini, Regiopígio, Giovana e Armando (todos residentes em Santana do Cariri), por seu empenho na preparação dos vertebrados fósseis do MPSC; à Reitora da Universidade Regional do Cariri (URCA), Violeta Arraes de Alencar Gervaiseau, pelo apoio ao trabalho que vem sendo realizado em parceria do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri com a Universidade Regional do Cariri (URCA) e o Museu Nacional/UFRJ. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEURLEN, K., 1971 – As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **43**(Suplemento):411-415.

CAMPOS, D.A.; LIGABUE, G. & TAQUET, P., 1984 – Wing membrane and wing supporting fibers of a flying reptile from the Lower Cretaceous of the Chapada do Araripe (Aptian, Ceará State, Brazil). In: SYMPOSIUM ON MESOZOIC TERRESTRIAL ECOSYSTEMS, 3., Tübingen. **Short papers. Attempo Verlag**, Tübingen. p.37-39.

KELLNER, A.W.A., 1993 – The world and mysteries of the flying dragons called pterosaurs. **Utah Scientific Magazine**. Tokyo: Gakken Co. Ltd. v.2, p.66-83.

KELLNER, A.W.A., 1996a – **Description of new material of Tapejaridae and Anhangueridae (Pterosauria, Pterodactyloidea) and discussion of pterosaur phylogeny**. New York. 347p. Thesis (PhD.), Columbia University.

KELLNER, A.W.A., 1996b – Reinterpretation of a remarkably well preserved pterosaur soft tissue from the early Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, **16**(4):718-722.

KELLNER, A.W.A., 1998 – Panorama e perspectiva do estudo de répteis fósseis no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **70**(3):147-176.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1998 – Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (42):1-23.

KELLNER, A.W.A., & TOMIDA., 2000 – Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the pterosaur fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), Northeastern Brazil. **National Science Museum Monographs**, Tokyo, **17**:1-135.

MAISEY, J.G., 1991 – **Santana Fossils**: An Illustred Atlas. Neptune City: T.F.H. Publications Inc. 459p.

PADIAN, K. & RAYNER, J.M.V., 1993 – The wing of Pterosaurs. **American Journal of Science**, New Haven, **293-A**:91-166.

PONS, D.; BERTHOU, P.Y. & CAMPOS, D.A., 1990 – Quelques observations sur la palynologie de L'Albien du bassin d'Araripe (N.E. du Brésil). In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INFERIORES DO NORDESTE, 1., Crato. **Atas...**, Crato: Universidade Regional do Cariri, p.241-252.

PONTE, F.C. & PONTE FILHO, F.C., 1996 – Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: SIMPÓSIO SOBRE AO CRETÁCEO DO BRASIL, 4., Rio Claro. **Boletim**, Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, p.123-133.

SAYÃO, J.M. & KELLNER, A.W.A., 1998 – Pterosaur wing with soft tissue from the Crato member (aptian-

albian), Santana Formation, Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Northbrook, Abstracts, **18**(3) Supplement.:55A.

WELLNHOFER, P., 1987 – Die Flughaut von Pterodactylus (Reptilia, Pterosauria) am Bieispiel des Wiener Exemplares von Pterodactylus Kochi (Wagner). **Ann. Natur. Mus. Wi.**, Wien, **88-A**:149-162.

WILD, R., 1993 – A juvenille specimen of Eudimorphodon ranzii Zambelli (Reptilia, Ptreosauria) from the Upper Triassic (Norian) of Bergamo. **Rivista del Museo Civico di Scienze Naturali "Enrico Caffi"**, Bergamo, **16**:95-120.

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.241-244, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

SECÇÕES FINAS DE OSSOS E DENTES FOSSILIZADOS PARA ANÁLISES AO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA[1]

LUCIANA B. CARVALHO [2]

RESUMO: Qualquer organismo sob processo de fossilização sofre perdas de seu material original, principalmente tecidos moles. O que resta como representação desses organismos do passado são as estruturas mais resistentes de seus corpos que, no caso dos vertebrados, resumem-se praticamente a ossos e dentes. Desse material, os paleontólogos tentam retirar o máximo de informações possíveis que resgatem a história de vida desses organismos. As exigências na área fizeram com que esses profissionais utilizassem metodologias cada vez mais complexas, como o estudo histológico de lâminas de estruturas orgânicas fossilizadas nos microscópios petrográfico e biológico e, mais recentemente, o estudo de material fóssil sob o microscópio eletrônico de varredura (MEV). O presente trabalho detalha a técnica de preparação de secções finas de material fóssil de vertebrados para análises ao MEV.

Palavras-chave: vertebrados fósseis, laminação, microscópio eletrônico de varredura.

ABSTRACT: Preparation of fossilized structures of vertebrates in thin sections for analysis in the scanning electron microscope.

During the fossilization process all organisms loose part of the original material, particularly soft tissues. Only the more resistant structures of those organisms are preserved, which in vertebrates are essentially limited to bones and teeth. Based on these material, paleontologists try to retrieve the maximum information about these organisms. For this purpose professionals are making use of more and more complex methodologies, hystological studies of thin sections under polarized light and, more recently, scanning electron microscope (SEM). This paper presents some of the preparation techniques of thin sections of fossilized vertebrate structures for SEM analyses.

Key words: fossil vertebrates, thin sections, scanning electron microscope.

INTRODUÇÃO

Qualquer organismo sob processo de fossilização sofre perda ou substituição de seu material original, principalmente no caso dos tecidos moles. O que resta como representação desses organismos são testemunhos das estruturas mais resistentes de seus corpos, que no caso dos vertebrados resumem-se praticamente a ossos e dentes. Desse material, os paleontólogos tentam resgatar o máximo de informações a respeito dos organismos viventes no passado. O desenvolvimento das pesquisas nessa área propiciou aos profissionais a utilização de metodologias cada vez mais complexas, como o estudo histológico, embasado na análise de lâminas delgadas de estruturas orgânicas fossilizadas e, mais recentemente, o estudo de material fóssil sob o microscópio eletrônico de varredura (MEV). No caso dos ossos e dentes aqui utilizados, esta última metodologia, além de permitir observações impossíveis ao microscópio óptico, pode ser efetivada de duas formas: o material fossilizado pode ser levado ao MEV inteiro ou representado por um fragmento, quando se deseja observar a estrutura externa da amostra, ou então, pode-se submeter o exemplar a uma análise no MEV através de secções finas, quando observações ultra-estruturais são desejadas.

O presente trabalho trata, principalmente, da técnica de preparação de secções delgadas de material fóssil para análises ao MEV. A técnica aqui apresentada é o resultado do aperfeiçoamento e adequação ao trabalho com estruturas fossilizadas de vertebrados, principalmente dentes e ossos, desenvolvido no Setor de Paleovertebrados do Museu Nacional/UFRJ a partir de metodologias anteriormente utilizadas por outros autores (ØRVIG, 1951, 1957; HIRSCH, 1979; CHINSAMY & RAATH, 1992; SANDER, 1999). Esse processo assemelha-se muito ao utilizado para a produção de lâminas de material fóssil, para análises histológicas no microscópio óptico comum, com

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo (USP).
Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).
E-mail: lucbc@acd.ufrj.br.

exceção das etapas finais, que envolvem tratamentos específicos para que o material esteja pronto para ser submetido ao MEV. Todo o trabalho é feito manual e artesanalmente. Existem alguns equipamentos que, em certas situações, podem acelerar o processo de fabricação das lâminas. Porém, a proposta do presente trabalho é detalhar a técnica manual, de forma que o pesquisador que venha a utilizá-la possa adequá-la a seu laboratório e por si próprio encontrar novos equipamentos que melhorem ou acelerem o processo.

MATERIAL

As amostras utilizadas no desenvolvimento da técnica foram obtidas junto à coleção de paleovertebrados do Departamento de Geologia e Paleontologia, Museu Nacional/UFRJ, consistindo de ossos e dentes de répteis cretáceos, especialmente do grupo dos dinossauros e mosassaurídeos.

O material utilizado nessa técnica é de fácil aquisição e, de modo geral, pode ser encontrado em lojas especializadas em construção civil e em lojas de material biológico e odontológico. Equipamentos como microscópio óptico e lupa fazem parte do conteúdo básico de um laboratório de paleontologia. Material necessário para a produção de secções delgadas:

- Resina epóxi. Para inclusão das peças a serem analisadas.
- Base para inclusão das peças na resina, que precisam de um local onde seja possível passar pelo processo de endurecimento e depois ser retirada, para posterior colagem na lâmina. No Setor de Paleovertebrados do Museu Nacional foi criada uma base em silicone, mas similar pode ser adquirida em empresas especializadas em equipamentos para laboratório e laminação.
- Lixas d'água de granulação 180, 400, 600, 1200, 2000. Essas lixas serão utilizadas no polimento das peças já incluídas na resina.
- Lâminas histológicas, onde serão coladas as peças a serem analisadas.
- Adesivo epóxi de polimerização rápida (Araldite ou similar), utilizado para a fixação do bloco (peça já inclusa na resina) na lâmina.
- Lupa estereoscópica para avaliação da ação abrasiva das lixas sobre a amostra.
- Microscópio biológico ou petrográfico utilizado para determinar a progressiva evolução da espessura da secção.
- Ultra-som utilizado na limpeza final da lâmina.
- Estufa para retirada da umidade da lâmina que contém a amostra.
- Ácido clorídrico 2N para ressaltar o relevo de algumas estruturas a serem observadas.

MÉTODO

O primeiro passo para se confeccionar as secções é selecionar os exemplares que se deseja analisar e o tipo de corte de interesse (oblíquo, transversal, tangencial ou longitudinal). Em geral o material precisa ser fragmentado para que seja adequado ao tamanho e tipo de corte. O próximo passo é a preparação da resina epóxi onde será incluída a amostra. A resina precisa receber um catalisador (na proporção indicada pelo fabricante) de forma a acelerar seu processo de solidificação. Após, deve-se misturar bem o catalisador com a resina, despejá-la nos espaços disponíveis da base de silicone ou em um recipiente que dará forma à resina e, logo em seguida, incluir o material de estudo. Essa última etapa deve ser relativamente rápida para evitar que a resina endureça antes que a peça esteja corretamente posicionada.

O tempo de endurecimento da resina varia conforme a qualidade da mesma e de acordo com fatores diversos, como temperatura e quantidade de catalizador. É prudente esperar 24 horas antes de começar o trabalho de polimento, pois a resina precisa estar bem resistente para garantir que o material incluído não seja perdido durante o polimento.

Assim que a resina se mostrar com uma consistência sólida, pode-se iniciar a primeira etapa de polimento, que consiste em utilizar a lixa d'água de granulação mais grossa (180) no lado da resina onde se encontra o corte de interesse. O polimento com a lixa 180 deve ser feito até que o excesso de resina seja retirado e tenha-se atingido o material. A partir daí, começa a utilização da próxima lixa, que possui uma granulação média (400). O objetivo dessa seqüência de polimento é, ao passar de uma lixa de granulação grosseira para lixas com granulações mais finas, ir retirando o máximo de riscos provocados pelos grânulos das lixas anteriores. Esse procedimento evita que ocorram interferências na análise do material. A passagem de uma lixa de granulação grossa para outra de granulação mais fina depende da observação da superfície do material sob a lupa. Dessa forma, é possível acompanhar a substituição dos riscos mais profundos pelos riscos cada vez mais superficiais. Ao notar que todos os riscos provocados pela lixa anterior foram substituídos pelos riscos da lixa que está sendo utilizada no momento, pode-se passar para a próxima lixa com granulação mais fina (600).

A escolha da lixa d'água para o polimento deve-se à possibilidade de utilização deste tipo de lixa em conjunto com a água. A água evita que uma grande quantidade de poeira seja levantada durante o processo de polimento, o que poderia prejudicar os equipamentos próximos, além de evitar a absorção do pó de resina pelo preparador. Esse último cuidado é essencial, pois algumas resinas são tóxicas, portanto, prejudiciais ao organismo humano. Além disso, a água serve como anteparo de proteção para o material já que os grânulos das lixas estarão envolvidos por ela.

Com o final da utilização da lixa d'água 600, procede-se à utilização das lixas de granulação 1200 e 2000. Após essa etapa, a área a ser observada no MEV já deve estar totalmente exposta. Caso isso não tenha ocorrido, deve-se reiniciar o polimento com a lixa 600, passando para as seguintes, até atingir a superfície de interesse.

É importante notar que o polimento deve ser realizado sem pressão excessiva sobre o material, e o processo, por ser bastante delicado, necessita ser feito sem pressa e com observação constante na lupa. Alguns profissionais fazem uso de um produto conhecido como "pasta de diamante" para uma última etapa de polimento. Esse processo, embora amplamente utilizado na produção de lâminas petrográficas, é considerado desnecessário, corroborando dados bibliográficos (SANDER, 1999), quando a amostra consiste de ossos e dentes fossilizados de vertebrados e se destina à observação ao MEV.

O próximo passo é a colagem da superfície polida na lâmina. Antes, deve-se lavar com detergente e água corrente a lâmina e a superfície polida do material, para que as impurezas e a gordura passadas pela superfície da mão do polidor possam ser retiradas. Esse detalhe é de grande importância, pois caso ainda restem impurezas na área a ser observada, elas poderão atrapalhar as análises ao microscópio. Qualquer resquício de gordura na superfície da lâmina ou no material durante a colagem formará bolhas que poderão provocar a perda do material durante o processo seguinte.

A superfície polida deve ser colada com Araldite ou similar na lâmina. O adesivo tem a propriedade de secagem e endurecimento rápido, além de ser bastante resistente; porém, é interessante aguardar cerca de 24 horas para a secagem completa. A embalagem desse adesivo fornece instruções que demonstram a necessidade de não se utilizar o tempo mínimo para o endurecimento, pois dependendo das condições climáticas no dia da colagem das peças, o tempo de endurecimento pode variar. Outro cuidado na hora da colagem é a formação de bolhas de ar entre a superfície da lâmina e a do material, detectada a partir da observação na lupa da superfície de colagem. Caso existam bolhas, basta pressionar o material contra a lâmina que elas tendem a escapar pelas laterais.

O próximo passo após a secagem e endurecimento do Araldite é o lixamento da superfície oposta à que foi colada. Essa etapa novamente se inicia com a lixa d'água 180; após, procede-se como na superfície anterior, substituindo as lixas progressivamente, da mais grosseira à mais fina (400 → 2000). Como o MEV realiza a leitura da superfície da amostra, não é necessário desgastar o material até atingir espessuras muito delgadas, como as utilizadas quando das análises histológicas ao microscópio óptico. A vantagem de se fazer a lâmina está em obter uma superfície horizontal quase perfeita, o que facilita algumas análises ao MEV.

A lâmina nesta etapa está pronta, mas para que possa ser utilizada no MEV é necessário que todas as impurezas e gorduras sejam eliminadas da mesma. Para isso, lava-se a lâmina em água corrente com detergente; em seguida, deve-se lavá-la no ultra-som para que as impurezas que não são detectadas a olho nu possam ser removidas. O banho da lâmina no ultra-som deve ser feito com cautela e de forma rápida (15 a 30 segundos), evitando que o material seja destruído durante o processo. Um outro fator influenciável nas análises no MEV é a umidade. É aconselhável o transporte da lâmina a uma estufa para que toda a umidade seja eliminada.

Em dentes de vertebrados fósseis utiliza-se o ácido clorídrico 2N para ressaltar o relevo dos cristais de hidroxiapatita que formam a estrutura interna do esmalte. A amostra deve ser imersa no ácido por cerca de 3 a 5 segundos e, posteriormente, lavada em água corrente.

Neste momento, a lâmina está pronta para ser levada ao laboratório de microscopia eletrônica de varredura. Caso isso não ocorra logo em seguida ou após a análise no MEV, aconselha-se guardar a lâmina em lugar seco (de preferência, com pastilhas de sílica gel que absorvem a umidade) e livre de impurezas, para que não seja necessária a repetição da última etapa de limpeza antes da amostra ser levada ao MEV.

No laboratório de microscopia eletrônica de varredura, com o auxílio de um metalizador, a amostra precisa receber uma fina camada de ouro. Esse material é utilizado por ser excelente condutor dos elétrons que irão "varrer" a superfície a ser analisada, propiciando imagens com a definição desejada.

CONCLUSÕES

A análise de material fóssil ao MEV é um recurso que, ultimamente, vem sendo utilizado em escala crescente. Qualquer estrutura fossilizada pode ser observada ao MEV. A maior limitação acerca dessa atividade é devido ao alto custo dos microscópios eletrônicos de varredura, o que dificulta o desenvolvimento de pesquisas com a utilização desse tipo de ferramenta. A técnica apresentada assume especial importância por ser de baixo custo, produzir resultados excelentes e ser de rápida execução. As secções delgadas elaboradas com a técnica relatada mostraram-se extremamente funcionais, permitindo a análise de estruturas impossíveis de serem observadas ao microscópio óptico. No caso dos fósseis, as análises no MEV têm demonstrado resultados de grande valor, inclusive de sistemática, em estudos feitos com ossos (CURREY, 1962; CARTER, 1990; CHINSAMY, 1994; CHINSAMY, CHIAPPE & DODSON, 1994; CHINSAMY, 1995; CHINSAMY & DODSON, 1995; CHINSAMY, CHIAPPE & DODSON, 1995), dentes (ØRVIG, 1967; SANDER, 1997; CARVALHO, FARIÑA & AZEVEDO, 1997; SANDER, 1999), ovos (HIRSCH, 1979; JENSEN, 1970; ZHAO & ZHAO, 1998) e em análises de tecido mole fossilizado (CAMPOS & KELLNER, 1997; KELLNER, 1996; KELLNER & CAMPOS, 1998).

AGRADECIMENTOS

Ao professor Marcos Fariña (Departamento de Anatomia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro), pela orientação na confecção de lâminas histológicas e nas análises ao MEV; aos professores Dr. Sergio Alex Kugland de Azevedo (MNRJ) e Dr. Miguel T. U. Rodrigues (Instituto de Biociências/USP), pelas sugestões; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, D.A. & KELLNER, A.W.A., 1997 – Fossilized soft tissue preservation in the Lower Cretaceous of Basin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **69**(1):145-146.

CARTER, J.G. (Ed.), 1990 – **Skeletal biomineralization: Patterns, processes and evolutionary trends**. New York: Van Nostrand Reinhold. v.1, 832p.

CARVALHO, L.B.; FARIÑA, M. & AZEVEDO, S.A.K., 1997 – Structural analysis on Cretaceous/Paleocene teeth (Mosasauridae and Mesosuchia) from Pernambuco/ Paraíba basin, Northeast Brazil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15., São Pedro. **Resumos...**, Rio Claro: UNESP. p.91.

CHINSAMY, A. & RAATH, M.A., 1992 – Preparation of fossil bone for histological examination. **Palaeontology of Africa**, Johannesburg, **29**:39-44.

CHINSAMY, A., 1994 – Dinosaur bone histology: Implications and inferences. In: ROSENBERG, G.D. & WOLBERG, D.L. (Eds.) **Dino Fest.** Indianápolis: Paleontological Society Special Publication. v.7, p.213-227.

CHINSAMY, A., 1995 – Ontogenetic changes in the bone histology of the Late Jurassic ornithopod *Dryosaurus lettowvorbecki*. **Journal of Vertebrate Paleontology**, Chicago, **15**(1):96-104.

CHINSAMY, A.; CHIAPPE, L.M. & DODSON, P., 1994 – Growth rings in Mesozoic birds. **Nature**, London, **368**:196-197.

CHINSAMY, A.; CHIAPPE, L.M. & DODSON, P., 1995 – Mesozoic avian bone microstructure: Physiological implications. **Paleobiology**, Chicago, **21**(4):561-574.

CHINSAMY, A. & DODSON, P., 1995 – Inside a dinosaur bone. **American Scientist**, New Haven, **83**:174-180.

CURREY, J.D., 1962 – The histology of the bone of a prosauropod dinosaur. **Palaeontology**, London, **5**(2):238-246.

HIRSCH, K.F., 1979 – The oldest vertebrate egg? **Journal of Paleontology**, Tulsa, **53**(5):1068-1084.

JENSEN, J.A., 1970 – Fossil eggs in the Lower Cretaceous of Utah. **Brigham Young University of Geology Studies**, Utah, **17**:51-60.

KELLNER, A.W.A., 1996 – Fossilized theropod soft tissue. **Nature**, London, **379**:32.

KELLNER, A.W.A. & CAMPOS, D.A., 1998 – Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, Rio de Janeiro (42):1-22.

ØRVIG, T., 1951 – Histologic studies of Placoderms and fossil Elasmobranchs. 1. The endoskeleton, with remarks on the hard tissues of lower vertebrates in general. **Arkiv für Zoologie**, Stockholm, **2**(2):321-454.

ØRVIG, T., 1957 – Remarks on the vertebrate fauna of the Lower Upper Devonian of Escuminac Bay, P.Q., Canada, with special reference to the Porolepiform Crossopterygians. **Arkiv für Zoologie**, Stockholm, **10**(2):367-426.

ØRVIG, T., 1967 – Phylogeny of tooth tissues: Evolution of some calcified tissues in early vertebrates. In: MILES, A.E.W. (Ed.) **Structural and chemical organization of teeth**. New York, London: Academic Press. v.1, p.45-110.

SANDER, P.M., 1997 – Teeth and Jaws. In: CURRIE, P.J. & PADIAN, K. (Eds.) **Encyclopedia of dinosaurs**. New York, London: Academic Press. p.717-725.

SANDER, P.M., 1999 – The microstructure of reptilian tooth enamel: Terminology, function, and phylogeny. **Münchner Geowissens chaften Abhandlungen**, München, **38**(A):1-102.

SASSO, C.D. & SIGNORE, M., 1998 – Exceptional soft-tissue preservation in a theropod dinosaur from Italy. **Nature,** London, **392**:383-387.

ZHAO, H. & ZHAO, Z.K., 1998 – Dinosaur eggs from Xichuan Basin, Henan Province. **Vertebrata Palasiatica**, Beijing, **36**(4):282-296 (em Chinês com resumo em Inglês).

Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.245-256, jul./set.2002
ISSN 0365-4508

EXCURSÃO À BACIA DE SÃO JOSÉ DE ITABORAÍ, RIO DE JANEIRO [1]

(Com 6 figuras)

VICTOR DE CARVALHO KLEIN [2]
LÍLIAN PAGLARELLI BERGQVIST [3]

RESUMO: A Bacia de São José de Itaboraí, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, é o único registro da fauna e flora paleocênica continental no Brasil. Ela foi explorada para extração de calcário por mais de 50 anos. A depressão resultante desta exploração está hoje preenchida de água, impossibilitando novas coletas e estudos geológicos. No entanto, nos arredores da mesma ainda é possível observar testemunhos da condição original.

Neste roteiro são propostas visitas a três pontos para conhecimento de diferentes características originais da bacia: Ponto (A) observação de blocos de calcário fitado; Ponto (B) observação do calcário argiloso cinzento que formava o assoalho da bacia; Ponto (C) observação de conglomerados e diamictitos que cobriram os depósitos calcários.

Palavras-chave: Bacia de São José de Itaboraí, RJ, Brasil, calcário, conglomerado.

ABSTRACT: Field trip guide to the São José de Itaboraí Basin, Rio de Janeiro State.

The São José de Itaboraí basin, in the state of Rio de Janeiro, Brazil, is the sole deposit with paleocene continental fauna and flora in Brazil. The limestone that filled it was quarried for more than 50 years, and the depression resulted from the quarry is nowadays full of water, avoiding new fossil collecting and/or further geological studies. However, around the depression, it is still possible to observe some evidences of the original condition of the basin.

Three stops are proposed in this field guide with the intention to give a general idea of the original features of the basin: Stop (A) for observation of blocks of travertine limestone; Stop (B) for observation of the gray limestone that originally formed the floor of the basin; Stop (C) for observation of conglomerates that covered the limestone.

Key words: São José de Itaboraí, RJ, Brazil, limestone, conglomerate.

INTRODUÇÃO

A Bacia de São José de Itaboraí situa-se no Município de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro (Fig.1). Deve-se ressaltar que foi descoberta na década de 80, poucos quilômetros a norte-nordeste da bacia, uma outra depressão tectônica denominada por HARALYI *et al.* (1982) de "Bacia de Itaboraí" (Bacia de Macacu, por FERRARI & SILVA, 1999), ainda pouco pesquisada e preenchida com sedimentos possivelmente de mesma idade geológica. Freqüentemente, na literatura, a Bacia de São José de Itaboraí é denominada simplesmente como Bacia de Itaboraí. O uso dessa denominação simplificada deve ser descontinuado, com a finalidade de manter-se as identidades distintas de cada bacia.

A lavra do calcário na Bacia de São José de Itaboraí foi encerrada em 1983 pela companhia exploradora, a qual, próximo ao término, realizou grandes movimentações no rejeito, deixando uma visão caótica do que ainda se poderia extrair em termos de conhecimento geológico. Com esse abandono, houve o crescimento da vegetação e a subida do nível freático, criando, na área do calcário explorado, um grande lago artificial (Fig.2). No entanto, a despeito da situação atual, alguns pontos restritos ainda apresentam testemunhos interessantes de aspectos geológicos nessa bacia.

GEOLOGIA LOCAL

A bacia encontra-se encravada em rochas do embasamento cristalino, gnaisses pertencentes ao

[1] Entregue em 31/07/2001. Aceito em 28/03/2002.
[2] Museu Nacional/UFRJ, Departamento de Geologia e Paleontologia. Quinta da Boa Vista , São Cristóvão, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: vklein@acd.ufrj.br.
[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: bergqvist@ufrj.br.

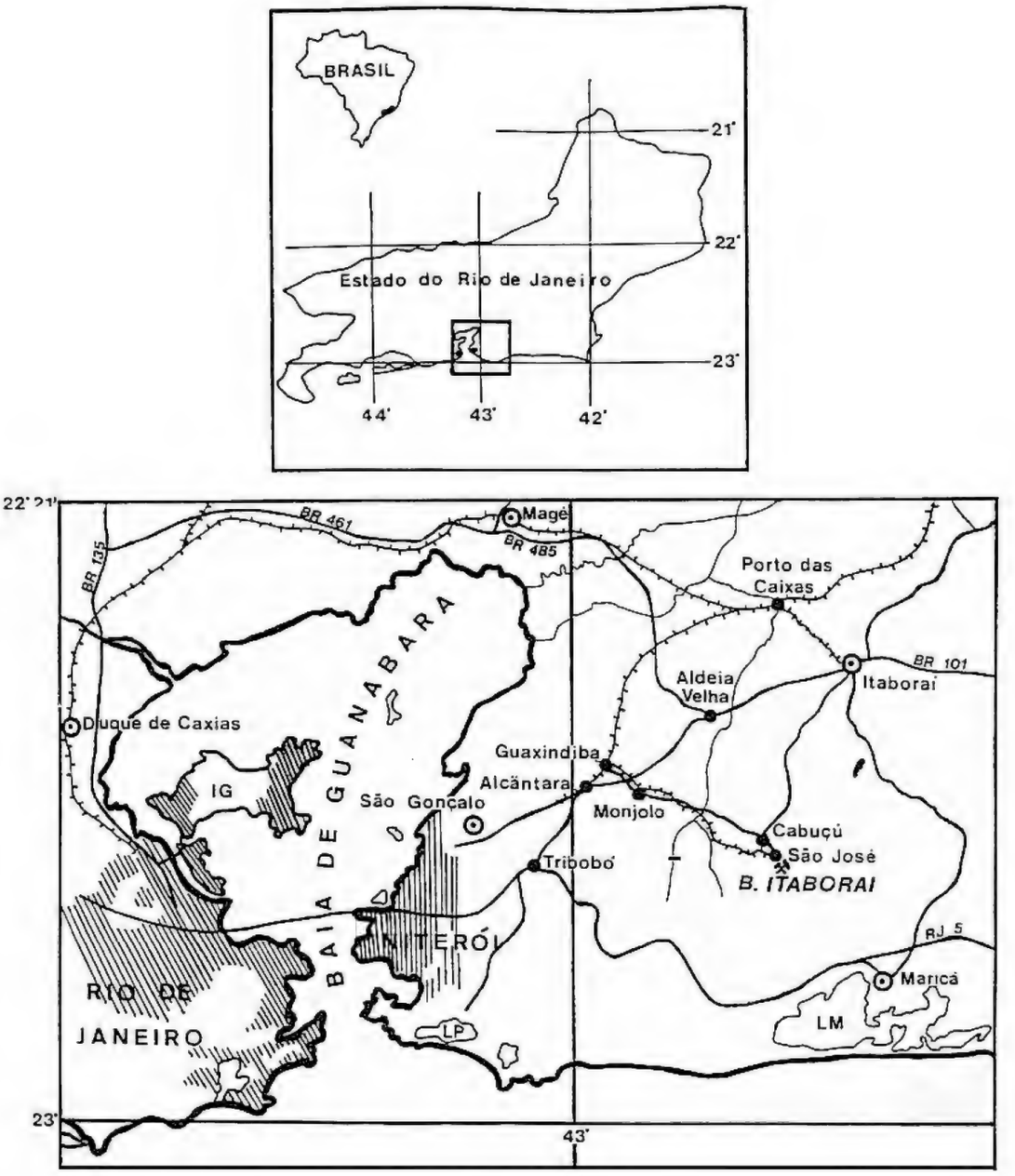


Fig.1- Localização da Bacia de São José de Itaboraí.

Grupo Paraíba do Sul. Possui um formato semi-elíptico, com cerca de 1500m no semi-eixo maior e 500m no menor. A espessura máxima compreendia cerca de 100m de depósitos sedimentares, com o fundo aproximadamente na cota zero (Fig.3).

SEQÜÊNCIA SEDIMENTAR

O preenchimento da bacia compreendia três seqüências distintas, identificadas inicialmente por LEINZ (1938) e endossadas subseqüentemente por vários autores, como BEURLEN & SOMMER (1954); BRITO, FRANKE & CAMPOS (1972); RODRIGUES-FRANCISCO & SOUZA-CUNHA (1978); KLEIN & RODRIGUES-FRANCISCO (1981); KLEIN, RODRIGUES-FRANCISCO & SOUZA-CUNHA (1985). Recentemente, MEDEIROS & BERGQVIST (1999) denominaram essas três seqüências de S1, S2 e S3.

Fig.2- Vista da entrada da bacia (margem ocidental) no seu estado atual. Nesta margem ocorrem vários blocos de calcário fitado em primeiro plano, mirando-se para a borda oriental. No plano médio, observa-se a bacia com o grande lago produzido pelo lençol freático e, mais ao fundo, restos da seqüência S2 capeados pela S3. (Foto de A.C.S. Fernandes).

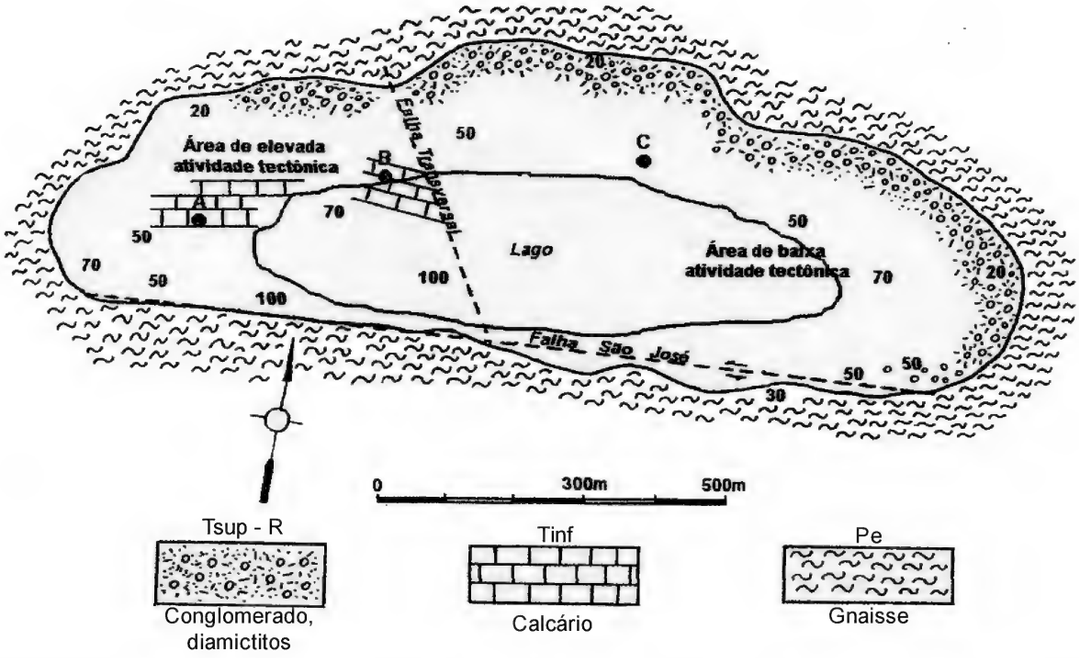


Fig.3- Principais elementos da Bacia de São José de Itaboraí: isópacas do calcário, falhas geológicas e pontos visitados (A, B, C).

A seqüência S1 consistia de carbonatos clásticos e químicos interdigitados. As rochas clásticas variavam desde calciruditos até calcarenitos, calcário argiloso e marga, com fósseis de moluscos e restos de répteis, mamíferos e plantas. Compreendia, no conjunto, o calcário "cinzento", representando o estágio inicial do preenchimento da bacia. Essas rochas foram consideradas como originadas por depósitos fluviais e fluxos de detritos em um lago raso e eram associadas, ainda, a feições de turbiditos, estruturas de carga e bancos de oolitos/pisolitos. Os carbonatos químicos eram travertinos (calcários fitados), formados pela dissolução de lentes de mármores do embasamento por fontes termais, confirmados por SANT'ANNA *et al.*, 1998. O calcário fitado era em geral branco, mas variava em tons de creme, amarelo, rosa, violeta e castanho, de acordo com as impurezas, como compostos de ferro, manganês, etc. (Fig.4). Por vezes, esse calcário achava-se silicificado, observando-se em lâminas, material silicoso intercalado entre bandas carbonáticas. Nesse tipo de calcário era comum a presença de cavidades, às vezes com freqüência tão grande que deixava a rocha com alta "porosidade", principalmente na parte tectonicamente menos afetada da bacia, o que possibilitou a formação de diversas cavidades cársticas neste calcário, especialmente nessa parte da bacia.

A seqüência S2 compreendia margas e brechas de colapso preenchendo fissuras desenvolvidas em topografia cárstica em S1 e continha plantas e vertebrados paleocênicos (Figs.5, 6).

A seqüência S3 truncava a seqüência carbonática em discordância angular e compreendia depósitos terrígenos, com conglomerados, diamictitos e fósseis pleistocênicos. Fluxos gravitacionais num sistema aluvial dirigindo-se para um ambiente lacustre foram os principais processos sedimentares.

EVOLUÇÃO TECTÔNICA

A reativação de sistemas de falhas no intervalo Cretáceo-Terciário inferior possibilitou a formação de várias bacias rômbicas no sudeste brasileiro, sendo a de São José de Itaboraí uma delas. A falha limitante da bacia no bordo sul foi denominada por

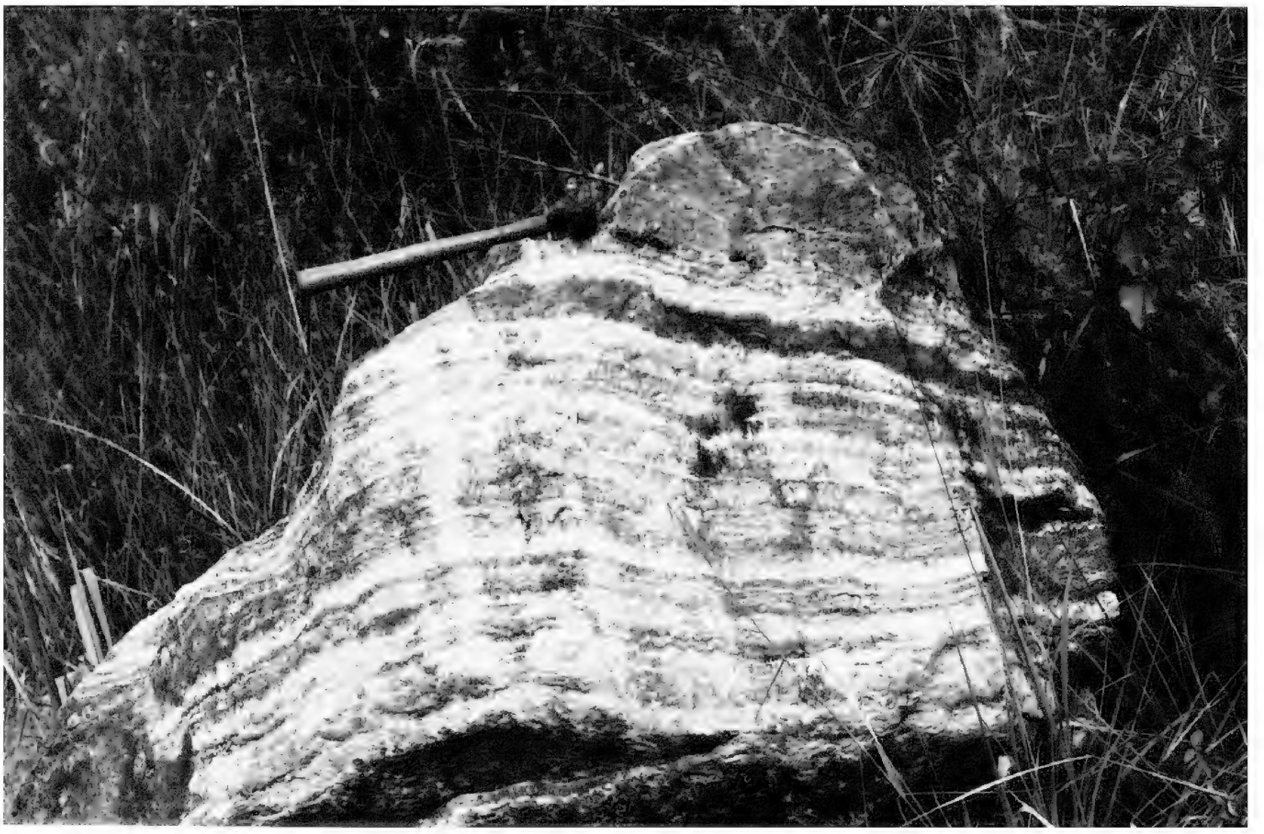


Fig.4- Bloco de calcário fitado, mostrando o aspecto bandeado e a alternância de cores.

Fig.5- Canal de dissolução. Nestas "chaminés", desenvolvidas em S1 por processos cársticos. (Foto de I.A.M. Brito).

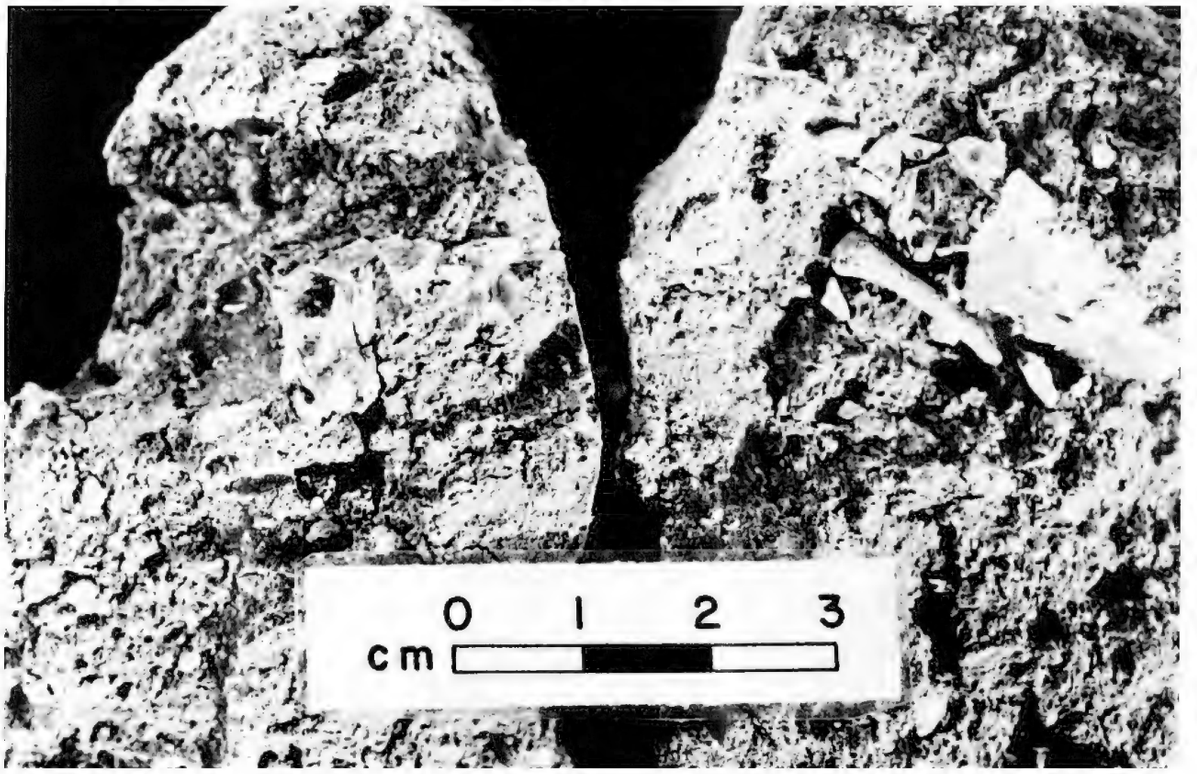


Fig.6- Marga proveniente do canal de dissolução, mostrando a riqueza do material fossilífero lá encerrado. (Foto: F.L.Souza-Cunha).

KLEIN & RODRIGUES-FRANCISCO (1981) de *Falha São José*, de rejeito direcional. Como o eixo de esforço principal é horizontal, a movimentação desta falha causou uma série de rearranjos na distribuição de esforços dentre eles, provocando a formação da *Falha Transversal*, a qual dividia a bacia em dois domínios distintos: nos $^2/_3$ leste da bacia, as camadas apresentavam mergulho de 10°SE, enquanto no terço do lado oeste, as mesmas mergulhavam a 30°SW. Como conseqüência, os calcários do lado leste foram menos comprimidos e aí se desenvolveram os processos cársticos, possibilitando a formação de fendas e canais que foram preenchidos por margas e brechas com vertebrados paleocênicos. No lado oeste, os calcários quase não apresentavam tais feições, em conseqüência dos esforços de natureza compressiva, os quais originaram a falha reversa no plano da Falha São José, pequenas falhas reversas e dobras em *chevron* e, ainda, nas imediações da borda norte da bacia, deformações em gastrópodes.

Grande parte desses acontecimentos foi registrada durante o Paleoceno, enquanto no Eoceno, na margem norte da bacia, um derrame de lava alcalina (ankaramito), datada de 52 ± 2 Ma (RICCOMINI & RODRIGUES-FRANCISCO, 1992), cobria uma pequena área.

Após um longo intervalo, a seqüência S3 depositou-se em discordância angular sobre a seqüência carbonática.

PONTOS VISITADOS

Foram selecionados três pontos onde ainda são encontrados alguns elementos remanescentes da história geológica da Bacia de São José de Itaboraí.

Ponto A: margem ocidental da bacia. Será dada uma explanação sobre o desenvolvimento estrutural da bacia, mostrando-se onde ocorriam os vários aspectos relativos à ocorrência dos calcários, compartimentação da bacia, influência do magmatismo e caracterização das diversas fácies sedimentares. Neste ponto, existem vários blocos de calcário fitado, onde serão observadas as variações existentes neste tipo de rocha.

Ponto B: observação de afloramento de calcário cinzento, que formava o assoalho sedimentar da bacia, com fósseis de gastrópodes. Serão discutidos aspectos dos tipos de fluxos que

TABELA 1

Fósseis da Bacia de São José de Itaboraí nas diferentes fácies

	FÁCIES S1	LIGNITO (Fácies S1)	FÁCIES S2	FÁCIES S3
MAMMALIA				
Didelphimorphia				
Família Derorhynchidae				
Metarchynchus sp.				
Chaishullenia sp.	+	+	+	+
Família Didelphidae				
Derorhynchus singularis Paula-Couto, 1952			x	
Derorhynchus cf. *D. singularis*	+	+	+	+
Didelphopsis cabrerai Paula-Couto, 1952			x	
Eobrasilia coutoi Simpson, 1947			? x	
Itaboraídelphis camposi Marshall & Muizon, 1984			x	
Itaboraidelphys aff. *camposi*				
Gaylordia doelloi (Paula-Couto, 1962)			x	
G. macrocynodonta Paula-Couto, 1952			x	
Marmopsis juradoi Paula-Couto, 1962			x	
aff. *Marmosopsis* sp.	+	+	+	+
Minusculodelphis minimus Paula-Couto, 1962			x	
Mirandatherium alipioi (Paula-Couto, 1952)			x	
Mirandatherium sp.			x	
aff. *Mirandatherium* sp.	+	+	+	+
Sternbergia itaboraiensis Paula-Couto, 1970			x	
Monodelphopsis travassosi Paula-Couto, 1952			x	
Monodelphosis cf. *M. travassosi*	+	+	+	+
Família Protodidelphidae				
Bobschefferia fluminensis (Paula-Couto, 1952)			x	
Bobbschaefferia sp.	+	+	+	+
Carolocoutoia ferigoloi Goin, Oliveira & Candela, 1998	+	+	+	+
Guggenheimia brasiliensis Paula-Couto, 1952			x	
Guggenheimia aff. *G. crocheti*	+	+	+	+
Protodidelphis mastodontoidea (Marshall, 1987)			x	
cf. *Protodidelphis mastodontoidea*	+	+	+	+
Protodidelphis vanzolinii Paula-Couto, 1952			x	
Zeusdelphys complicates Marshall, 1987			x	
Microbiotheria				
Microbiotheriidae				
Tchamanodon sp.	+	+	+	+
Peradectia				
Família Peradectidae				
Metadetes sp.	+	+	+	+
Família Caroloameghiniidae				
Procaroloameghinia pricei Marshall, 1982			x	
Sparassodonta				

continua...

... continuação

	FÁCIES S1	LIGNITO (Fácies S1)	FÁCIES S2	FÁCIES S3
Família Borhyaenidae				
Palaeocladosictis mosesi Paula-Couto, 1961			x	
Cf. *Nemolestes* sp. (=? *Arminiheringia*)			x	
Patene simpsoni Paula-Couto, 1952 (=*Ischyrodidelphis castellanosi* Paula-Couto, 1952)			x	
Polydolopimorphia				
Família Polydolopidae				
Epidolops ameghinoi Paula-Couto, 1952			x	
Condylarthra				
Família Didolodontidae				
Paulacoutoia protocenica (Paula-Couto, 1952)			x	
Lamegoia conodonta Paula-Couto, 1952			x	
Família Sparnotheriodontidae				
Victorlemoinea prototypica Paula-Couto, 1952			x	
Litopterna				
Família Protolipternidae				
Protolipterna ellipsodontoides Cifelli, 1983			x	
Miguelsoria parayirunhor (Paula-Couto, 1952)			x	
Asmithwoodwardia scotti Paula-Couto, 1952			x	
Família Proterotheriidae				
Paranisolambda prodromus (Paula-Couto, 1952)			x	
Notoungulata				
Família Oldfieldthomasiidae				
Colbertia magellanica (Price & Paula-Couto, 1950)			x	
Itaboraítherium atavum Paula-Couto, 1954			x	
Família Henricosborniidae				
Camargomendesia prístina Paula-Couto, 1978			x	
Notoungulata indet.	x			
Astrapotheria				
Família Astrapotheriidae				
Tetragonostylops apthomasi (Price & Paula-Couto, 1950)	x		x	
Xenungulata				
Família Carodniidae				
Carodnia vieirai Paula-Couto, 1952	x		x	
Edentata				
Família Dasypodidae				
Riostegotherium yanei Oliveira & Bergqvist, 1998			x	
Dasypodidae e Cingulata indet.			?x	
Família Megatheriidae				
Eremotherium sp.				x
Proboscidea				
Família Gomphotheriidae				
Haplomastodon sp.				x

continua...

... continuação

	FÁCIES S1	LIGNITO (Fácies S1)	FÁCIES S2	FÁCIES S3
AVES				
Rheiformes				
Família Opistodactylidae				
Diogenornis fragilis Alvarenga, 1983			x	
Cuculiformes				
Família Cuculidae				
Eutreptodactylus itaboraienseis Baird & Vickers-Rich, 1997	+	+	+	+
Gruiformes				
Família Phorusrhacidae				
Paleopsilopterus itaboraiensis Alvarenga, 1985			x	
REPTILIA				
Crocodylia				
Família Sebecidae				
Sebecus sp.			x	
Família Aliigatoridae indet.	+	+	+	+
Squamata				
Iguania *incertae sedis*			x	
Scincomorpha *incertae sedis*			x	
Anguimorpha			x	
Família Geckonidae			x	
Família Teiidae			x	
Serpentes				
Família Aniliidae				
Coniophis cf. *C. precedens*			x	
Anilius sp.			x	
Hoffstetterella brasiliensis Rage, 1998			x	
cf. *Hoffstetterella brasiliensis*			x	
Família Madtsoiidae				
Madtsoia camposi Rage, 1998			x	
Família Boidae				
Tropidopheinae indet.			x	
Boinae indet.			x	
Chelonia				
Família Testudinidae				
Testudo sp.				x
Podocnemidinae indet.				x
Reptilia indet.	x			
AMPHIBIA				
Gymnophiona				
Família Caecilidae				
Apodops pricei Estes & Wake, 1972			x	

continua...

... continuação

	FÁCIES S1	LIGNITO (Fácies S1)	FÁCIES S2	FÁCIES S3
Anura				
Família Pipidae				
Xenopus romeri Estes, 1975			x	
Família Hylidae indet.	+	+	+	+
Família Bufonidae indet.	+	+	+	+
MOLLUSCA				
Gastropoda				
Família Planorbidae				
Biomphalaria itaboraíensis (Mezzalira, 1946)	x			
Vortifex fluminensis (Brito, 1967)	x			
Família Streptaxidae				
Brasilennea minor Trindade, 1956	x			
B. arethusae Maury, 1935	x		x	
Família Bulimulidae				
Bulimulus fazendicus Maury, 1935	x		x	
B. ferreirai Palma & Brito, 1974	x			
B. carvalhoi Brito, 1967	x			
B. lamegoi (Maury, 1935)	x		x	
B. trindadeae Ferreira & Coelho, 1971	x		#	
B. coelhoi Palma & Brito, 1974	x			
B. sommeri Palma & Brito, 1974	x			
Família Ellobiidae				
Carychium sommeri Ferreira & Coelho, 1971	x		#	
Família Clausiliidae				
Clausilia magalhaesi Trindade, 1953	x			
Família Strophocheilidea				
Eoborus sancti-josephi (Maury, 1935)	x		x	
Família Valloniidae				
Strobilops mauryae Ferreira & Coelho, 1971	x		#	
Família Vertiginidae				
Vertigo mezzalirai Ferreira & Coelho, 1971	x		#	
Família Urocoptidae				
Brachypodella britoi Ferreira & Coelho, 1971	x		#	
Gastropoda indet.		x		
CRUSTACEA				
Ostracoda				
Eucyprys sp. (?)			x	
ANGIOSPERMAE				
Dicotyledoneae				
Familia Myrtaceae				
Psidium sp.	x			

continua...

... conclusão

	FÁCIES S1	LIGNITO (Fácies S1)	FÁCIES S2	FÁCIES S3
Família Bombacaceae				
Quararibeoxylon sancti-josephii Mussa *et al.*, 1987		x		
Familia Ulmaceae				
Celtis santosi (Magalhães, 1950)	x		x	x
ESPÓROS e PÓLENS				
Divisão Pteridophyta				
Birestiporites sp.		x		
Foveotriletes margaritae (van der Hammen, 1966)		x		
Rugulatisporites caperatus van Hoeken-Klinkenberg, 1964		x		
cf. *Retitriletes* sp.		x		
Divisão Briophyta				
Polypodiaceoisporithes marxheimensis Krutzsch, 1967		x		
Divisão Gymnospermeae				
Phyllocladidites cf. *ruei*		x		
Pityosporites labdacus (Potonié)		x		
Araucariacites australis Cookson		x		
Division Angiospermae				
Arecipites tranquillus (Potonié)		x		
A. longicolpatus Krutzch, 1967		x		
A. cf. *symmtricus*		x		
Retitricolpites simplex González-Guzmán, 1967		x		
R. cf. *hispidus*		x		
R. gageonnetti Boltenhagen, 1976		x		
Echitricolpites polaris Regali *et al.*, 1974		x		
Milfordia sp.		x		
Verrutriporites lunduensis Muller		x		
Striatricolpites pimulus Leidelmeyer, 1966		x		
Boehlensipollis hohlii Krutzsch, 1967		x		
Pseudolaesapollis ventosa (Potonié)		x		
Pseudolaesapollis sp.		x		
Bombacacidites bombaxoides Couper		x		
Syncolporites lisamae van der Hammen, 1966		x		
Syncolporites sp.		x		
Monocolpites medius		x		
Echiperiporites akanthos		x		
Ulmoideipites krempii		x		
FUNGI				
Phragmothyrithes eocenica (Edwards)		x		
"Spores e sclerotes"				x

(S1) calcário cinzento; (S2) preenchimento de fissura; (S3) conglomerados; (+) fácies indeterminada; (x) fácies em que o fóssil foi encontrado; (#) na parede do canal S1; (?) dúvida quanto à procedência daquela face.

originaram estes calcários, fósseis associados e movimentações tectônicas ocorridas nas imediações daquele ponto.

Ponto C: Serão abordados aspectos referentes à seqüência S2 e ao material de cobertura dos calcários (seqüência S3), tais como: estruturas sedimentares, processos envolvidos durante a sedimentação e fósseis associados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEURLEN, K. & SOMMER, F.W., 1954 – Restos vegetais fósseis e tectônica da Bacia calcárea de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, **149**:1-27.

BRITO, I.M.; FRANKE, H.E.C.M & CAMPOS, D.A., 1972 – Geologia e petrografia de São José de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **44**(2):225-234.

FERRARI, A.L. & SILVA, M.A.M., 1999 – Bacia de Macacu (RJ): proposta de uma nova bacia do *rift* continental do sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 5., Rio de Janeiro, **Resumos Expandidos**, Rio de Janeiro: SBG - Núcleo RJ/ES, p.32-34.

HARALYI, W.L.E.; ASSIS, L.T.; LIMA, M.C.B.; AKEHO, R. & FLEXOR, J.M., 1982 – Depressão gravimétrica de Itaboraí (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., Salvador, **Anais...**, Salvador: SBG, v.4, p:1637-1641.

KLEIN,V.C & RODRIGUES-FRANCISCO, B.H., 1981 – Aspectos sedimentares e estruturais na Bacia calcária de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro e suas implicações para a paleontologia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **53**(1):135-142.

KLEIN, V.C.; RODRIGUES-FRANCISCO, B.H. & SOUZA-CUNHA, F.L., 1985 – Resultados das pesquisas sistemáticas realizadas na bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro (1972-1982). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 8., Rio de Janeiro: **Coletâneas de trabalhos paleontológicos**, Brasília: DNPM., Série Geologia, 27; Secção Paleontologia e Estratigrafia 2, p.651-652.

LEINZ, V., 1938 – Os calcários de São José, Nictheroy (Nichteroy?), Estado do Rio. **Mineração e Metalurgia**, Rio de Janeiro, **3**(15):133-135.

MEDEIROS, R.A. & BERGQVIST, L.P., 1999 – Paleocene of the São José de Itaboraí basin, Rio de Janeiro, Brazil: lithostratigraphy and biostratigraphy. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, **22**(48):3-22.

RICCOMINI, C. & RODRIGUES-FRANCISCO, B.H., 1992 – Idade potássio-argônio do derrame de ankaramito da bacia de Itaboraí, Rio de Janeiro, Brasil: implicações tectônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., São Paulo: **Resumos expandidos**, São Paulo: SBG, p.469-470.

RODRIGUES-FRANCISCO, B.H. & SOUZA-CUNHA, F.L., 1978 – Geologia e estratigrafia da Bacia de São José, Município de Itaboraí, RJ. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, **50**(8):381-416.

SANT'ANNA, L.G.; RICCOMINI, C.; CARVALHO, M.D.; SIAL, A.N. & RODRIGUES-FRANCISCO, B.H., 1998 – Catodoluminescência e isótopos estáveis (C,O) de calcário sinter da bacia de Itaboraí, Rio de Janeiro, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., Salvador, **Anais...**, Salvador: SBG, p.522-523.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The authors are totally responsible for the content of the texts

1 - The MUSEU NACIONAL/UFRJ publishes reports of original scientific research in the field of Natural and Anthropological Sciences in the following publications: *Arquivos do Museu Nacional* (ISSN 0365-4508); *Publicações Avulsas do Museu Nacional* (ISSN 0100-6304); *Relatório Anual do Museu Nacional* (ISSN 0557-0689); *Boletim do Museu Nacional, Nova Série – Antropologia* (ISSN 0080-3189), *Botânica* (ISSN 0080-3197), *Geologia* (ISSN 0080-3200) and *Zoologia* (ISSN 0080-312X); *Série Livros* (ISBN 85-7427). All are indexed in the following data base: BIOSES, Zoological Record, Ulrich's International Periodicals Directory, Biological Abstracts, Periodica and C.A.B.International.

2- The manuscript must be submitted in three high-quality copies, printed on one side of A4 paper, double-spaced, font Times New Roman (12), together with an electronic version (Word for Windows) not formatted. The manuscripts can be submitted in Portuguese or English (for other languages consult the Editorial Board). All foreign expressions have to be italicized.

3- The text has to be preceded by the identification of the author (name, institutional affiliation, and complete address).

4- An abstract followed by the title and key works in both languages have to be provided in English and Portuguese.

5- All illustrations, designated in the text as figure (Fig.1, Fig.2, etc.), must have scale bars. Titles or captions must be typed apart. When digitalized, they shoul be in format JPG/JPEG.

6- All citations must indicate author and year of publication, with the author(s') last name(s) in upper case followed by the publications date of the cited document, separated by a comma and in brackets; i.e.: (PEREIRA, 1996).

7- The references must be presented at the end of the text in alphabetical order, as follows (adapted from the ABTN regulations):

Books/chapters in books:

LIMA, D.A., 1982 – Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (Ed.) **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press. p.245-251.

Periodicals:

MORA, O.A.; SIMÕES, M.J. & SASSO, W.S., 1987 – Aspectos ultra-estruturais dos fibroblastos durante a regressão da cauda dos girinos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **47**(4):615-618, figs.1-2.

Papers published in scientific meetings:

VENTURA, P.E.C., 1985 – Avifauna de Morro Azul do Tinguá, Miguel Pereira, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., Campinas. **Resumos...**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, p.273.

Documents obtained at the internet:

POMERANCE, R., 1999 – **Coral mortality, and global climate change**. Available: <http://www.gov/topical/global/envinon/99031002.htm>. Captured on 18 abr. 1999.

8- A total of 50 (fifty) copies, per article, are offered free of charge for the author(s).

9- All correspondence and manuscripts must be sent to the following address:

Comissão de Publicações
Museu Nacional/UFRJ
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tels.: (0xx21) 2567 6316 / 2568 8262 ramal 203
E-mail: <compubli@mn.ufrj.br>

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

O conteúdo dos artigos é de inteira responsabilidade do(s) autor(es)

1- O MUSEU NACIONAL/UFRJ edita, nas áreas das Ciências Naturais e Antropológicas:

Arquivos do Museu Nacional (ISSN 0365-4508); *Publicações Avulsas do Museu Nacional* (ISSN 0100-6304); *Relatório Anual do Museu Nacional* (ISSN 0557-0689); *Boletim do Museu Nacional, Nova Série – Antropologia* (ISSN 0080-3189), *Botânica* (ISSN 0080-3197), *Geologia* (ISSN 0080-3200) e *Zoologia* (ISSN 0080-312X); *Série Livros* (ISBN 85-7427). Indexadas nas bases de dados: BIOSES, Zoological Record, Ulrich's International Periodicals Directory, Biological Abstracts, Periodica e C.A.B.International.

2- Os originais devem ser apresentados em três vias, em papel A4, espaço duplo, em uma só face do papel, bem como em disquete no programa Word for Windows, em fonte Times New Roman (corpo 12), sem qualquer tipo de formatação. Os manuscritos podem ser encaminhados em português ou inglês (outro idioma ficará a critério da Comissão Editorial). Os termos estrangeiros no texto deverão ser grafados em itálico.

3- Os textos deverão ser precedidos de identificação do autor (nome e instituição de vínculo com endereço completo).

4- Deverão constar Resumo e Abstract, juntamente com título e palavras-chave em português e inglês.

5- As ilustrações, designadas no texto como figura (Fig.1, Fig.2, etc.), deverão conter escalas com as unidades abreviadas (legendas à parte). Quando digitalizadas, deverão ser salvas individualmente em arquivos com a extensão JPG/JPEG (inclusive quando apresentadas em pranchas).

6- As citações no texto devem ser indicadas pelo sistema autor-data que compreende o sobrenome do(s) autor(es), em caixa alta, seguido do ano de publicação do documento, separado por vírgula e entre parêntese. Ex.: (PEREIRA, 1996).

7- As referências bibliográficas (adaptadas das normas da ABNT) deverão ser apresentadas no final do texto, em ordem alfabética única dos autores.

Livro:

LIMA, D.A., 1982 – Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. In: PRANCE, G.T. (Ed.) **Biological diversification in the tropics**. New York: Columbia University Press. p.245-251.

Periódico:

MORA, O.A., SIMÕES, M.J. & SASSO, W.S., 1987 – Aspectos ultra-estruturais dos fibroblastos durante a regressão da cauda dos girinos. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, **47**(4):615-618, figs.1-2.

Trabalhos apresentados em encontros científicos:

VENTURA, P.E.C., 1985 – Avifauna de Morro Azul do Tinguá, Miguel Pereira, Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 12., Campinas. **Resumos...**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas, p.273.

Documentos disponíveis na internet:

POMERANCE, R., 1999 – **Coral mortality, and global climate change**. Disponível em: <http://www.gov/topical/global/envinon/99031002.htm>. Acesso em: 18 abr. 1999.

8- Serão fornecidos ao(s) autor(es) 50 (cinqüenta) exemplares por artigo.

9- A correspondência editorial e os artigos deverão ser enviados para:
Comissão de Publicações
Museu Nacional/UFRJ
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Tels.: (0xx21) 2567 6316 / 2568 8262 – ramal 203
E-mail: <compubli@mn.ufrj.br>

Arquivos do Museu Nacional, v.60, n.3

SUMÁRIO

Apresentação 107

Homenagem ao Professor Fausto Luiz de Souza Cunha 109

A.W.A.KELLNER, V.GALLO, A.S.F.SARAIVA, J.M.SAYÃO & H.P.SILVA. On the fossil locality "Ladeira do Berlenga"(Santana Formation, Araripe Basin), Piauí, Northeastern Brazil 111

V.GALLO, M.J.CAVALCANTI & A.TINTORI. Using geometric morphometrics to study ontogenetic shape changes in *Paralepidotus ornatus* (Agassiz 1833-43) (Actinopterygii, Semionotidae) 117

A.F.MAFFIZZONI. Alguns aspectos da paleoictiofauna e do paleoambiente do Aptiano Inferior da Bacia de Sergipe-Alagoas 121

F.J.FIGUEIREDO, V.GALLO & H.R.S.SANTOS. A new appraisal of the *suspensorium* of albulid fishes 127

M.J.CAVALCANTI. Morphological integration in the skull of *Discosauriscus austriacus* (Makowsky, 1876) (Batrachosauria, Seymouriamorpha) from the Lower Permian of Central Europe 131

L.P.MARCONATO & R.J.BERTINI. Considerações e problemas em evolução e análise filogenética de mesossauros (Meso sauridae, Proganosauria) 137

S.A.K.AZEVEDO & M.J.CAVALCANTI. Ontogenetic shape changes in the skull of *Scaphonyx fischeri* Woodward, 1907 (Archosauromorpha, Rhynchosauria, Rhynchosauridae) using thin-plate splines analysis 143

A.A.S.ROSA & L.A.LEAL. New elements of an armored archosaur from the Middle to Upper Triassic, Santa Maria Formation, South of Brazil 149

M.A.MEDEIROS & C.L.SCHULTZ. A fauna dinossauriana da "Laje do Coringa", Cretáceo Médio do Nordeste do Brasil 155

A.W.A.KELLNER & D.A.CAMPOS. On a theropod dinosaur (Abelisauria) from the continental Cretaceous of Brazil 163

M.J.CAVALCANTI. Temporal variation of morphological disparity in the Synapsida 171

C.SCHWANKE & D.J.MELO. Descrição craniana preliminar de um espécime juvenil de Dicinodonte (Therapsida, Anomodontia, Dicynodontia) do Triássico do Rio Grande do Sul, Brasil - uma discussão acerca da validade do gênero *Chanaria* Cox, 1968 177

L.P.BERGQVIST. Advantages and restrictions in the use of postcranial skeleton in phylogenetical analisys: the example of the "condylarthra" of the São José de Itaboraí Basin 183

L.P.BERGQVIST & A.L.MOREIRA. Dentes decíduos de *Tetragonostylops apthomasi*, procedentes da Bacia de São José de Itaboraí, RJ 189

C.PERÔNICO & A.C.SRBEK-ARAUJO. Diversidade faunística baseada em escavação tafonomicamente orientada de material Sub-Recente preservado em caverna da região cárstica de Lagoa Santa, Minas Gerais 195

F.A.S.GOES, F.S.VIEIRA, M.H.ZUCON, C.CARTELLE & C.TEODÓSIO. Ocorrência de mamíferos Pleistocênicos em Sergipe Brasil 199

A.C.S.FERNANDES & I.S.CARVALHO. Uma provável escavação de Dipnóico na Formação Ponta Grossa, Devoniano da Bacia do Paraná 207

G.LEONARDI, F.A.SEDOR & R.COSTA. Pegadas de répteis terrestres na Formação Rio do Rasto (Permiano Superior da Bacia do Paraná), Estado do Paraná, Brasil 213

L.A.LEAL, S.A.K.AZEVEDO & A.A.S.DA ROSA. Icnofósseis do Sítio Fossilífero de Água Negra, Formação Caturrita, Neotriássico do Sul do Brasil 217

C.M.M.RIBEIRO. Ovo e fragmentos de cascas de ovos de dinossauros, provenientes da região de Peirópolis, Uberaba, Minas Gerais 223

D.D.R.HENRIQUES, L.M.PAZ, E.B.ALMEIDA, V.S.CISCOTO, D.D.SANTOS & D.J.MELO. Coleção de Paleovertebrados do Departamento de Geologia e Paleontologia do Museu Nacional - uma nova estruturação 229

P.C.NUVENS, J.M.SAYÃO, H.P.SILVA, A.A.SARAIVA & A.W.A.KELLNER. A coleção de pterossauros do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, Nordeste do Brasil 235

L.B.CARVALHO. Secções finas de ossos e dentes fossilizados para análises ao microscópio eletrônico de varredura 241

V.C.KLEIN & L.P.BERGQVIST. Excursão à Bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro 245

MUSEU NACIONAL
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Quinta da Boa Vista, São Cristóvão
20940-040 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Impresso na Gráfica da UFRJ